

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
(повна назва інституту)

Кафедра електропостачання
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК 621.311

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ В.А. Попов

«__» _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

спеціалізації «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології»

на тему: «Оцінка ефективності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності будівель комунальної сфери»

Виконав: студент II курсу, групи ОН-91мп

_____ Овчаренко Едуард Олегович

(прізвище, ім'я по батькові)

_____ (підпис)

Науковий керівник к.т.н. старш. викл. Дерев'янка Д.Г.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Консультант нормоконтроль ас. Прокопенко І.Д.

(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент доцент, к.т.н. кафедри АУЕК Данілін О.В.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.
Студент Овчаренко Е.О.

Київ – 2020

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Інститут/факультет Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
(повна назва)

Кафедра Електропостачання
(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Спеціалізація «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ В.А. Попов
« ____ » _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Овчаренку Едуарду Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Оцінка ефективності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності будівель комунальної сфери»

науковий керівник дисертації к.т.н. Дерев'янка Денис Григорович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «03» листопада 2020 р. № 3199 -с

2. Строк подання студентом дисертації 15 грудня 2020 року

3. Об'єкт дослідження: є процеси споживання енергоресурсів в будівлях комунальної сфери.

4. Предмет дослідження є методики оцінювання рівня енергетичної ефективності будівель та способи визначення доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: аналіз існуючих методів та підходів до підвищення енергетичної ефективності у будівлях; аналіз існуючих методів оцінювання доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності; співставний аналіз показників доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності; створення

алгоритму інтегрального оцінювання рівня доцільності впровадження заходів з енергозбереження в будівлях.

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: презентація матеріалів дисертаційної роботи.

7.Орієнтовний перелік публікацій: доповідь на XII Міжнародній науково-технічній конференції «Енергетика. Екологія. Людина» 7 травня 2020 року.

8. Консультанти розділів дисертації

Нормоконтроль ас. Прокопенко І.Д.

9.Дата видачі завдання 31 травня 2020 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів МД	Примітка
1.	Аналіз існуючих методів та підходів до підвищення енергетичної ефективності у будівлях	15.07.20 – 15.08.20	
2.	Аналіз існуючих методів оцінювання доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності	15.08.20 – 15.09.20	
3.	Особливість розрахунку методу інтегральної оцінки доцільності впровадження енергозберігаючих заходів	15.09.20 – 15.10.20	
4.	Розробка стартап проекту	15.10.20 – 27.10.20	
5.	Оформлення дисертації	27.10.20 – 30.10.20	
6.	Оформлення реферату та презентації, проходження перевірки на плагіат та рецензування	30. 10.20– 10.12.20	
7.	Передзахист МД	10.12.20 – 13.12.20	
8.	Захист дисертації	17.12.20 – 22.12.20	

Студент

(підпис)

Овчаренко Е.О.

(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

Дерев'янко Д.Г.

(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Обсяг та структура дисертації. Дисертація складається із вступу, 4 розділів, висновків та списку використаних джерел з 29 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 114 сторінок, у тому числі 103 сторінки основного тексту, 8 рисунків, 16 таблиць.

Актуальність роботи. Впродовж останнього десятиліття впровадження та використання енергоефективних технологій в будівлях, незалежно від комунальних служб чи споживачів, зросла в декілька разів. Енергоефективні технології визначено як заходи з модернізації огорожувальних конструкцій, інженерних систем будівель. Споживачі визнали, що підвищення рівня енергоефективності - це необхідний інструмент, який може значно скоротити витрати на енергозабезпечення та приносити прибуток в майбутньому. Крім того, споживачі також частково покладаються на енергоефективні технології, щоб задовольнити зростаючі потреби в енергоресурсах та зменшити свої витрати. Розвиток енергоефективних технологій пропонує ряд технічних, екологічних та економічних переваг. Більше того, це дозволяє покращити комфортність перебування в будівлях та привести їх характеристики до чинних вимог. Існуючі енергоефективні технології використовуються для будівель найрізноманітніших сфер. Такі заходи, як термічна санація, реконструкція, модернізація інженерних мереж, використання альтернативних джерел енергії, все частіше застосовуються для будівель, а також з кожним роком виходять на новий рівень розвитку.

Через надзвичайну різноманітність пропонованих сьогодні технологій та їх ефектів вибір необхідного комплексу заходів з підвищення енергоефективності є досить відповідальним рішенням. Впливи таких заходів можуть бути як позитивними так і негативними, як і з технічної, так і з економічної точки зору.

Отже, оцінювання доцільності впровадження заходів з підвищення рівня енергоефективності має бути здійснено з урахуванням усіх показників доцільності та їх залежності один від одного. В дисертаційній роботі було запропоновано алгоритм оцінювання привабливості заходу з підвищення енергоефективності за допомогою інтегрального показника доцільності. Для підтвердження дієздатності алгоритму було проаналізовано комплекс заходів з підвищення енергетичної ефективності будівлі в плані їх технічних та економічних показників та застосовано інтегральний показник оцінки доцільності.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є підвищення енергетичної ефективності будівель комунальної сфери шляхом впровадження удосконалених методів оцінювання рівня доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності.

Для досягнення мети у роботі розв'язувались такі поставлені задачі:

1. Аналіз існуючих методів та підходів до підвищення енергетичної ефективності у будівлях;
2. Аналіз існуючих методів оцінювання доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності;
3. Співставний аналіз показників доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності;
4. Створення алгоритму інтегрального оцінювання рівня доцільності впровадження заходів з енергозбереження в будівлях.

Об'єкт дослідження: процеси споживання енергоресурсів в будівлях комунальної сфери.

Предмет дослідження: методики оцінювання рівня енергетичної ефективності будівель та способи визначення доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності.

Методи дослідження які були використані в науково-методичній основі виконаних досліджень такі: математичне моделювання, методи багатокритеріальної оптимізації та прийняття рішень – для визначення доцільності впровадження заходів.

Наукова новизна одержаних результатів.

– На основі аналізу існуючих підходів і методів з підвищення енергоефективності запропоновано спосіб вибору оптимальних заходів з урахуванням технічних факторів та вимог нормативно-правових актів.

– На основі аналізу основних методів оцінювання доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності запропоновано використання інтегрального показника доцільності, який враховує технічні та економічні фактори впровадження заходів.

– За допомогою графічного представлення вдосконалено метод оцінювання характеристик показників доцільності при порівнянні декількох потенційних заходів з підвищення енергетичної ефективності будівель.

Практичне значення одержаних результатів. У магістерській дисертації отримано наукові результати, які можна бути використовувати для оцінки доцільності певних заходів з підвищення енергоефективності і, відповідно, підвищення енергоефективності будівель.

Особистий внесок. Наукові положення, які присутні у магістерській дисертації, самостійно отримано магістрантом. Автору у опублікованих працях належить запропонований інтегральний показник доцільності впровадження енергозберігаючих заходів.

Апробація результатів роботи. Результати досліджень магістерської дисертації були представлені в збірнику праць XII Міжнародної науково-технічної конференції “Енергетика. Екологія. Людина”.

Публікації:

1. Дерев'янка Д. Г., Овчаренко Е.О.,. Оцінювання доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності будівель комунальної сфери. Збірник праць конференції “Енергетика. Екологія. Людина” 2020, ст.121-126.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ІНТЕГРАЛЬНИЙ ПОКАЗНИК ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ; ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ; СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ; КРИТЕРІЙ ОЦІНЮВАННЯ.

ABSTRACT

Volume and structure of the thesis. The dissertation consists of an introduction, 4 sections, conclusions and a list of used sources of 29 titles. The total volume of work is 114 pages, including 103 pages of body text, 8 figures and 16 tables.

Relevance of work. Over the last decade, the introduction and use of energy efficient technologies in buildings, regardless of utilities or consumers, has increased severalfold. Energy efficient technologies are defined as measures to modernize fencing structures, engineering systems of buildings. Consumers have recognized that improving energy efficiency is a necessary tool that can significantly reduce energy costs and generate future profits. In addition, consumers also rely heavily on energy-efficient technologies to meet growing energy needs and reduce costs. The development of energy efficient technologies offers a number of technical, environmental and economic benefits. Moreover, it allows to improve the comfort of staying in buildings and bring their characteristics to the current requirements. Existing energy efficient technologies are used for buildings in various fields. Measures such as thermal rehabilitation, reconstruction, modernization of utilities, the use of alternative energy sources are increasingly used for buildings, and each year reach a new level of development.

Due to the extraordinary variety of technologies offered today and their effects, the choice of the necessary set of measures to improve energy efficiency is a very responsible decision. The effects of such measures can be both positive and negative, both from a technical and economic point of view.

Therefore, the assessment of the feasibility of implementing measures to improve energy efficiency should be carried out taking into account all indicators of feasibility and their dependence on each other. In the dissertation work the algorithm of estimation of attractiveness of action on increase of energy efficiency by means of

an integrated indicator of expediency is offered. To confirm the viability of the algorithm, a set of measures to improve the energy efficiency of the building in terms of their technical and economic indicators was analyzed and an integrated indicator of feasibility assessment was applied.

The purpose and objectives of the study. The purpose of the study is to increase the energy efficiency of communal buildings by implementing improved methods for assessing the level of feasibility of implementing measures to improve energy efficiency.

To achieve this goal, the following tasks were accomplished:

1. Analysis of existing methods and approaches to increase energy efficiency in buildings;
2. Analysis of existing methods for assessing the feasibility of implementing measures to improve energy efficiency;
3. Comparative analysis of indicators of expediency of introduction of measures for increase of energy efficiency;
4. Creating an algorithm for integrated assessment of the level of feasibility of implementing energy saving measures in buildings.

Object of Study: processes of energy consumption in communal buildings.

Subject of research: methods for assessing the level of energy efficiency of buildings and methods for determining the feasibility of implementing measures to improve energy efficiency.

Research methods that were used in the scientific and methodological basis of the research are: mathematical modeling, methods of multicriteria optimization and decision making - to determine the feasibility of implementing measures.

Scientific novelty of the obtained results.

- Based on the analysis of existing approaches and methods to improve energy efficiency, a method of selecting optimal measures taking into account technical factors and regulatory requirements is proposed.

– Based on the analysis of the main methods of assessing the feasibility of implementing measures to improve energy efficiency, the use of an integrated indicator of feasibility, which takes into account the technical and economic factors of implementation of measures.

– With the help of graphical representation, the method of assessing the characteristics of feasibility indicators when comparing several potential measures to improve the energy efficiency of buildings has been improved.

The practical significance of the results obtained. The master's dissertation contains scientific results that can be used to assess the feasibility of certain measures to improve energy efficiency and, accordingly, increase the energy efficiency of buildings.

Personal contribution. The scientific positions, which are present in the master's dissertation, are independently obtained by the master. The author in the published works has the proposed integrated indicator of the feasibility of implementing energy saving measures.

Testing of results of work. The results of research of master's dissertations were presented in the collection of works of the XII International scientific and technical conference "Energy. Ecology. Human".

Publications:

1. D. Derevianko, E. Ovcharenko, Evaluation of the feasibility of implementing measures to improve the energy efficiency of communal buildings. Proceedings of the conference "Energy. Ecology. Human" 2020, pp.121-126.

KEYWORDS: INTEGRATED INDICATOR OF IMPLEMENTATION OF IMPLEMENTATION; ENERGY EFFICIENT TECHNOLOGY; HEAT SUPPLY SYSTEM; EVALUATION CRITERIA.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	13
ВСТУП	14
1 ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНЮВАННЯ ТА ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ У БУДІВЛЯХ КОМУНАЛЬНОЇ СФЕРИ.	17
1.1 Політика підвищення енергетичної ефективності в житлово комунальній сфері.....	17
1.2 Нормативна база з питань енергетичної ефективності будівель в Україні	30
1.3 Основні нормативні вимоги щодо рівня енергетичної ефективності будівель	39
1.4 Заходи з підвищення енергетичної ефективності в будівлях.....	49
Висновки до розділу	62
2 МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ У БУДІВЛЯХ КОМУНАЛЬНОЇ СФЕРИ.	64
2.1 Особливості визначення рівня енергоефективності будівель	64
2.2 Основні нормативні вимоги щодо рівня енергетичної ефективності будівель	67
2.3 Особливості визначення доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності в будівлях комунальної сфери.....	72
Висновки до розділу	78
3 ВИЗНАЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ	80

3.1 Визначення доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності за різними групами	80
3.2 Особливості визначення економічних показників доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності	88
3.3 Інтегральна оцінка доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності в будівлях комунальної сфери.....	96
Висновки до розділу	102
4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП ПРОЕКТУ	103
4.1 Мета та завдання розділу	103
4.2 Опис ідеї проекту	104
4.3 Розроблення ринкової стратегії	105
4.4 Аналіз ринкових можливостей	106
4.4 Розроблення маркетингової програми	107
4.5 Функціонування продукту	107
Висновки до розділу	108
ВИСНОВКИ.....	109
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	111

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ГВП – гаряче водопостачання;

ДБН – Державні будівельні норми;

ДСТУ – Державна система стандартизації України;

ЕА – енергетичний аудит;

ЕЕ – енергетична ефективність;

ЗЕЕ – заходи з енергоефективності;

ІТП – індивідуальний тепловий пункт;

кВт·год – кіловат-година;

ОСББ - об'єднання співвласників багатоквартирних будинків;

ОВКП – опалення, вентиляція, кондиціонування повітря;

ПЕР – паливно-енергетичні ресурси;

ПДВ – податок на додану вартість;

NPV – чиста приведена вартість;

IRR – внутрішня норма рентабельності.

ВСТУП

Актуальність роботи. Впродовж останнього десятиліття впровадження та використання енергоефективних технологій в будівлях, незалежно від комунальних служб чи споживачів, зросла в декілька разів. Енергоефективні технології визначено як заходи з модернізації огорожувальних конструкцій, інженерних систем будівель. Споживачі визнали, що підвищення рівня енергоефективності - це необхідний інструмент, який може значно скоротити витрати на енергозабезпечення та приносити прибуток в майбутньому. Крім того, споживачі також частково покладаються на енергоефективні технології, щоб задовольнити зростаючі потреби в енергоресурсах та зменшити свої витрати. Розвиток енергоефективних технологій пропонує ряд технічних, екологічних та економічних переваг. Більше того, це дозволяє покращити комфортність перебування в будівлях та привести їх характеристики до чинних вимог. Існуючі енергоефективні технології використовуються для будівель найрізноманітніших сфер. Такі заходи, як термічна санація, реконструкція, модернізація інженерних мереж, використання альтернативних джерел енергії, все частіше застосовуються для будівель, а також з кожним роком виходять на новий рівень розвитку.

Через надзвичайну різноманітність пропонованих сьогодні технологій та їх ефектів вибір необхідного комплексу заходів з підвищення енергоефективності є досить відповідальним рішенням. Впливи таких заходів можуть бути як позитивними так і негативними, як і з технічної, так і з економічної точки зору.

Отже, оцінювання доцільності впровадження заходів з підвищення рівня енергоефективності має бути здійснено з урахуванням усіх показників доцільності та їх залежності один від одного. В дисертаційній роботі було запропоновано алгоритм оцінювання привабливості заходу з підвищення

енергоефективності за допомогою інтегрального показника доцільності. Для підтвердження дієздатності алгоритму було проаналізовано комплекс заходів з підвищення енергетичної ефективності будівлі в плані їх технічних та економічних показників та застосовано інтегральний показник оцінки доцільності.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є підвищення енергетичної ефективності будівель комунальної сфери шляхом впровадження удосконалених методів оцінювання рівня доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності.

Для досягнення мети у роботі розв'язувались такі поставлені задачі:

1. Аналіз існуючих методів та підходів до підвищення енергетичної ефективності у будівлях;
2. Аналіз існуючих методів оцінювання доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності;
3. Співставний аналіз показників доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності;
4. Створення алгоритму інтегрального оцінювання рівня доцільності впровадження заходів з енергозбереження в будівлях.

Об'єкт дослідження: процеси споживання енергоресурсів в будівлях комунальної сфери.

Предмет дослідження: методики оцінювання рівня енергетичної ефективності будівель та способи визначення доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності.

Методи дослідження які були використані в науково-методичній основі виконаних досліджень такі: математичне моделювання, методи багатокритеріальної оптимізації та прийняття рішень – для визначення доцільності впровадження заходів.

Наукова новизна одержаних результатів.

– На основі аналізу існуючих підходів і методів з підвищення енергоефективності запропоновано спосіб вибору оптимальних заходів з урахуванням технічних факторів та вимог нормативно-правових актів.

– На основі аналізу основних методів оцінювання доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності запропоновано використання інтегрального показника доцільності, який враховує технічні та економічні фактори впровадження заходів.

– За допомогою графічного представлення вдосконалено метод оцінювання характеристик показників доцільності при порівнянні декількох потенційних заходів з підвищення енергетичної ефективності будівель

Практичне значення одержаних результатів. У магістерській дисертації отримано наукові результати, які можна бути використовувати для оцінки доцільності певних заходів з підвищення енергоефективності і, відповідно, підвищення енергоефективності будівель.

Особистий внесок. Наукові положення, які присутні у магістерській дисертації, самостійно отримано магістрантом. Автору у опублікованих працях належить запропонований інтегральний показник доцільності впровадження енергозберігаючих заходів.

1 ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНЮВАННЯ ТА ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ У БУДІВЛЯХ КОМУНАЛЬНОЇ СФЕРИ.

1.1 Політика підвищення енергетичної ефективності в житлово комунальній сфері

Україна - одна з країн, частково забезпечених традиційними видами первинної енергії, що вимагає значних обсягів їх імпорту. Хоча енергетична залежність України має середній рівень в Центральній Європі (частка імпорту в загальному обсязі поставок первинної енергії в Україні в останні роки становила близько 38%), цій залежності сприяє не тільки відсутність власних енергоресурсів, але і їх неефективне використання. Енергоємність українського ВВП набагато вище не тільки в порівнянні з основними економіками світу, але і в порівнянні з її сусідами в Центральній і Східній Європі. Так, скоригований на структуру економіки показник енергоефективності української економіки, розрахований на основі рекомендованих Міжнародним енергетичним агентством показників, склав 57,8 % від рівня ЄС у 2013р.[1]

Це становило і становить одну із головних загроз енергетичній та національній безпеці країни. Тому вирішення питань енергозбереження та енергоефективності є одним з першочергових.

Слід зазначити, що високий рівень енергоємності ВВП об'єктивно обумовлений високою часткою ресурсоземних та енергоємних виробництв в структурі економіки України: металургія, хімічна промисловість, гірничодобувна промисловість. У той же час ситуація ускладнюється низькою енергоефективністю в секторах трансформації і енергопостачання, високими питомими енерговитратами на опалення і постачання населенню гарячої води. Таким чином, середня ефективність використання вугілля в тепловій енергетиці

України майже в 1,5 рази нижче доступних технологій, втрати електроенергії в мережах вдвічі вище, ніж в Німеччині і США, а середньорічне споживання енергії житлом становить близько $270 \text{ кВт} \cdot \text{г} / \text{м}^2$, що майже вдвічі більше, ніж в європейських країнах з аналогічними кліматичними умовами.

Водночас в Україні є значний потенціал енергозбереження, основна частина якого зосереджена у житловому секторі (34 %), промисловості (28 %) та в секторі трансформації енергії на ТЕС (21 %). На сектор послуг і сільське господарство припадає, відповідно, 12 % та 4 % потенціалу енергозбереження, а на будівництво – близько 1 % сукупного енергозбереження через порівняно незначний обсяг прямого енергоспоживання.[2]

Отже, енергетична політика України в найближчому майбутньому повинна бути зосереджена на підвищенні енергоефективності в житловому і енергетичному секторах. Підвищення ефективності використання енергії енергоємними підприємствами, транспортними системами і системами енергопостачання, будівлями і промисловими підприємствами має стати пріоритетом. Важливо завершити встановлення інструментального обліку відпуску та споживання енергоресурсів і послуг, формування органу власності (управління) на багатоквартирні будинки і їх отримання за допомогою державних і приватних банків, інвестицій в поліпшення енергоефективності.

У реальному секторі економіки ключовим пріоритетом для уряду має стати запровадження нових механізмів стимулювання суб'єктів господарювання до підвищення енергоефективності на стороні споживання. Запровадження механізмів управління попитом, зокрема механізму «енергетичних послуг» як альтернативи новому виробництву енергії, відповідає зобов'язанням України в рамках приєднання до Договору про заснування Енергетичного Співтовариства.

До перешкод для розвитку енергозбереження і підвищення енергоефективності відносяться відсутність мотивації, в тому числі з боку

державних органів, недостатня інформаційна підтримка, недостатній досвід фінансування проектів енергозбереження, недостатня організація і координація дій з впровадження готових рішень. У той же час такий бар'єр, як неефективність енергоспоживаючих технологій, поки що суттєво усунутий. Тому ринок пропонує широкий вибір енергоефективного обладнання, енергозберігаючих матеріалів, а також спектр консультаційних послуг з енергозбереження та енергоефективності.

Однак без вирішення інституційних проблем в цьому напрямку навряд чи варто очікувати ефективних результатів. Підвищення енергоефективності неможливо без сприятливого регуляторного середовища відповідно до вимог ЄС. Ця мета повинна бути досягнута шляхом створення інституційних умов для спрямування інвестицій споживачам за рахунок використання ринкової фінансової інфраструктури і цінових стимулів для підприємств з метою підвищення енергоефективності.

Подібні інституційні дії передбачені і реформами, що втілюються в рамках Стратегії сталого розвитку «Україна – 2020», схваленої Указом Президента України від 12 січня 2015 року № 5/2015, зокрема в рамках Програми енергонезалежності та реформи енергетики.[3]

Проте за даними Національної ради реформ за напрямом «Енергоефективність» спостерігаються затримки, а прогрес виконання задач на 2015 рік за 9 місяців оцінений менш ніж у 25%.

Слід зазначити, що, приєднавшись до Договору про заснування Енергетичного співтовариства, Україна взяла на себе ряд офіційних зобов'язань щодо впровадження певних елементів *acquis communautaire*, як з точки зору енергетичної безпеки, так і з точки зору реалізації в усіх сферах життя принципів, практики та стандартів державного управління і правил, використовуваних в країнах ЄС. З 2015 року Україна взяла на себе зобов'язання реалізувати положення «третього енергетичного пакету» директив ЄС,

сформувати правила роботи енергетичного сектора відповідно до законодавства ЄС, тим самим визначивши перспективну модель енергетичних ринків, принципи регулювання і можливі механізми енергетичної безпеки.

В рамках Договору про приєднання до Енергетичного Співтовариства Україна зобов'язана впровадити на рівні державної політики в сфері енергоефективності ряд директив та регламентів ЄС.

Директива 2005/32/ЄС встановлює вимоги щодо екодизайну для продуктів, що використовують енергію, які мають значні обсяги продажів і торгівлі та чинять значний вплив на навколишнє середовище і мають значний потенціал для вдосконалення без надмірних витрат з точки зору їх впливу на навколишнє середовище. Вимоги Директиви з екодизайну застосовуються до широкого спектру енергоспоживчих товарів (наприклад посудомийні та пральні машини, холодильні прилади, водогрійні котли, лампи та інша продукція), які для окремих видів товарів запроваджуються шляхом прийняття Регламентів Комісії щодо такої продукції. У 2009 році Директива Європейського Парламенту і Ради № 2005/32/ЄС була суттєво удосконалена і замінена Директивою № 2009/125/ЄС, яка встановлює рамки для визначення вимог екодизайну, що застосовується до енергоспоживчих продуктів.[4]

Директива 2010/30/ ЄС встановлює основу для гармонізації національних заходів публікації, зокрема, шляхом маркування та вказівки інформації про продукт, інформації про споживання енергії та інших основних ресурсів, а також додаткової інформації про певні типи енергетичних продуктів, тим самим дозволяючи кінцевим користувачам вибирати більш енергоефективні продукти. Директива 2010/30 / ЄС щодо маркування енергетичних продуктів вимагає наявності етикетки на більшості побутових товарів, яка повинна чітко вказувати основні споживчі властивості продукту. Директива поширюється не тільки на товари для будинку, але і на промислові і комерційні прилади та обладнання. Маркування поширюється на холодильники, морозильники,

пральні машини, сушарки, посудомийні машини, духовки, варильні панелі, водонагрівачі та резервуари для гарячої води, кондиціонери, електричні лампочки, телевізори, автомобілі.

Директива 2010/31/ЄС з енергоефективності будівель вимагає вжиття заходів для забезпечення мінімальних вимог до енергоефективності будівель і споруд, щоб нові та існуючі будівлі відповідали цим вимогам. Він сприяє модернізації будівель в сторону будівель з практично нульовим споживанням енергії, зокрема, приділяється увага державної власності і муніципальному спадщини. З цією метою уряд повинен продовжити розробку і оновлення національних і регіональних програм фінансової підтримки для досягнення енергоефективності в будівлях. Подальші заходи включають створення систем сертифікації енергоефективності для будівель, незалежну перевірку систем опалення та кондиціонування повітря, публічну демонстрацію сертифікатів.

Директивою 2006/32/ЄС високоефективна когенерація визначена як економія енергії в розмірі більше 10 %, що одержана в результаті комбінованого виробництва енергії в порівнянні з роздільним виробництвом тепла та електроенергії. В цілях забезпечення підвищеного проникнення спільної генерації на ринок в середньостроковому періоді Директива зобов'язує країни-члени здійснити аналіз національного потенціалу використання високоефективної спільної генерації та опублікувати звіти з окремим аналізом перешкод для розвитку спільної генерації та заходів, які необхідно буде зробити для забезпечення надійності системи гарантій.

Директива 2006/32/ ЄС про ефективність кінцевого використання енергії та енергетичних послуг зобов'язує встановити орієнтовну національну мету енергозбереження, а також проміжні цілі, для яких слід розробити програми і заходи щодо підвищення енергоефективності (кваліфікація, акредитація та сертифікація постачальників енергопослуг). Енергоаудит, облік споживання ресурсів, фінансова підтримка у вигляді пільг, кредитів, субсидій, законодавчих

схем і гарантій, що стимулюють тарифи). Крім того, уряд повинен призначити одне або декілька агентств, які здійснюють загальний нагляд і несуть адміністративні, управлінські та виконавчі обов'язки по реалізації вимог енергоефективності. Найважливішою особливістю цієї директиви є ефективне впровадження нового підходу ЄС до енергоменеджменту, тобто формування системи «примусу» виробників і постачальників енергоресурсів до надання «енергетичних послуг» споживачам, в тому числі заходи з енергозбереження за рахунок постачальника.

У 2012 році Рада Міністрів Енергетичного Співтовариства прийняла Директиву 2012/27/ЄС, яка заміняє Директиву 2006/32/ЄС. За новою директивою завдання виробникам та постачальникам енергоресурсів стає більш чіткішим, а механізм реалізації цього завдання формалізується та конкретизується. Зокрема директива передбачає встановлення вимог до постачальників енергоресурсів досягнути, за підсумками року, 1,5 % скорочення обсягів «проданих» енергоресурсів (стаття 7 Директиви). У випадку небажання постачальника самостійно реалізовувати енергозберігаючі проекти, постачальник зобов'язаний сплатити до спеціально встановленого фонду енергозбереження (який буде реалізовувати зазначені проекти) відповідну суму коштів, необхідну для їх реалізації (стаття 20 Директиви). Дане завдання щодо скорочення обсягів продажу енергоресурсів необхідно виконати за рахунок чітко визначених заходів:

- реалізації постачальником енергозберігаючих заходів на власних об'єктах (для зниження власних потреб);
- реалізації постачальником енергозберігаючих заходів у кінцевого споживача (для зниження його потреб в енергоресурсах);
- реалізації проектів когенерації (для зниження загальних потреб в енергоресурсах для генерування енергії).[2]

Директива 2002/91/ЄС про енергоефективність будівель спрямована на те, щоб внести свій внесок у поліпшення енергоефективності будівель в ЄС, беручи до уваги кліматичні і місцеві характеристики, внутрішні мікрокліматичні вимоги і необхідність ефективного використання коштів. Директива ввела нове поняття «енергоефективність будівлі», визначаючи його як кількість енергії, фактично спожите або розраховане для задоволення різних потреб, пов'язаних із стандартизованим використанням будинки, які можуть включати опалення, нагрівання гарячої води, охолодження, вентиляцію, освітлення і т. д. Кожна держава-член ЄС має розробити на національному або регіональному рівні детальну і адаптовану до національних умов методологію для розрахунку енергетичної ефективності будівлі на основі загальної схеми, викладеної в додатку до директиви, встановити мінімальні вимоги для енергоефективності будівель в системі національного законодавства. Слід зазначити, що запровадження міжнародних зобов'язань України у сфері ефективного використання ПЕР дозволить реально реалізувати значний потенціал підвищення енергетичної ефективності, який є в країні, і може суттєво вплинути на масштаби розвитку її енергетики та економіки.[2]

При цьому слід враховувати, що потенціал енергозбереження і підвищення енергоефективності в цілому можна зіставити з потенціалом зростання економічних показників всього виробництва первинної енергії і ресурсної бази. Таким чином, досягнення Україною середнього рівня енергоефективності по ЄС знизить споживання енергії на 32,3 мільйони тон нафтового еквівалента, що відповідає приблизно 40 мільярдам кубометрів природного газу. Цей показник, у свою чергу, це майже дорівнює обсягу споживання природного газу і подвоїть його імпорт в Україні. Крім того, проекти енергоефективності одночасно сприяють скороченню викидів парникових газів і зниження впливу діяльності на навколишнє середовище.[2]

Необхідно відзначити, що в значній мірі скорочення енергоемності ВВП в розвинених країнах було обумовлено політикою виносу енергоемних виробництв за кордон, чого Україна собі дозволити не може, бо саме такі виробництва на сьогодні є становим хребтом її економіки.

Таким чином, виконання Україною міжнародних зобов'язань щодо підвищення енергоефективності може мати значний позитивний економічний і екологічний ефект і може істотно вплинути на масштаби розвитку паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) України, оскільки скорочення довгострокових потреб в енергії призводить до зниження потреби в їх імпорті. У той же час існують ризики і негативні наслідки, оскільки скорочення довгострокового попиту на енергоресурси не тільки знижує потребу в їх імпорті, але також може привести до скорочення інвестицій, необхідних в розвиток палива і енергетики.

Сьогодні існують значні ризики того, що амбітні, але недостатньо продумані плани з підвищення енергетичної ефективності можуть бути не виконаними та залишитися так і нереалізованими планами.

Так Національний план дій з енергоефективності на період до 2020 року передбачає скорочення кінцевого енергоспоживання на 9 % шляхом надання відповідних енергетичних послуг та реалізації заходів з енергоефективності та енергозбереження. Проте досягнення абсолютного зниження споживання ПЕР можливо лише при збереженні ситуації стагнації економіки України, оскільки перехід її до відновлення та зростання у короткостроковій перспективі найближчих 3-5 років можливо лише за рахунок зростання завантаження існуючих енергоемних виробництв. При цьому об'єктивний аналіз показує, що саме у важких галузях економіки Україна має певні конкурентні переваги на світових ринках і потенціал для їх розвитку (зокрема, чорна та кольорова металургія, енергетика, важке машинобудування, харчова промисловість тощо), в той час як пробитися на ринок продукції високотехнологічних інноваційних виробництв у України шансів мало (при цьому, такі виробництва,

на відміну від енергоємних, розвинуті країни не поспішають виносити за кордон).[5]

В цьому контексті слід враховувати, що відповідно до Додатку 1 Директиви 2006/32/ЄС «плановий показник збереження енергії на національному рівні обраховується одноразово, і одержане абсолютне значення енергії, що має бути збережена, застосовується для загального періоду дії цієї Директиви». Далі дається уточнення що «методологія вимірювання збереження енергії забезпечує те, що загальне збереження енергії, яке призначає ця Директива, є фіксованою і, таким чином, не залежить від майбутнього зростання ВВП та будь-якого підвищення у майбутньому споживання енергії». Тобто у випадку зростання економіки, та відповідного зростання кінцевого енергоспоживання національна ціль не змінюється, а обмеження на кінцеве споживання не встановлюється.

В даний час Україна належить до країн, до яких надходить лише частина їх енергоресурсів. По енергоспоживанню і ефективності їх використання, що характеризує рівень економічного розвитку, наша країна сильно відстає від Європи і інших розвинених країн. Однак він володіє значним енергетичним потенціалом, тому пріоритетом є забезпечення ефективного функціонування енергетичного сектора муніципального сектора і визначення основних принципів і пріоритетів державної політики в енергетичному секторі.

Основними тенденціями у розвитку держави у найближчій перспективі (рис.1), є:

- приєднання України до Європейського економічного простору, реалізація проектів щодо приведення національної системи стандартизації України у відповідність до вимог і правил, за якими діють національні системи стандартизації держав-членів Європейського Союзу;

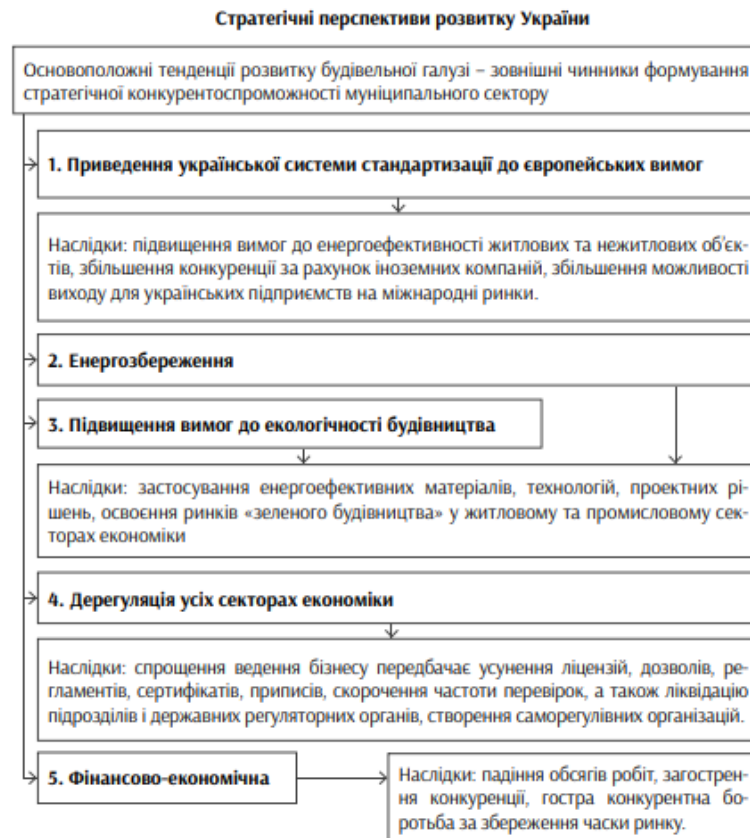


Рисунок 1.1 – Основоположні тенденції стратегічного розвитку енергоефективності в Україні

- впровадження програми енергозбереження як пріоритетного напрямку підвищення економічної безпеки країни. Впровадження технологій з високою енергоефективністю і економним споживанням енергоресурсів, джерел енергії з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива, впровадження малоспоживаючих і безвідходних технологій, використання вторинних ресурсів, використання потужностей для виробництва нетрадиційних джерел енергії і поновлювані джерела енергії;

- реалізація проектів екологічного спрямування.

Поширеними в ЄС є зони будівництва, засновані на нових екологічних технологіях, використанні екологічно чистих матеріалів і сировини, використання яких дозволяє знизити викиди парникових газів в атмосферу, виробництво сучасних матеріалів.

Основою стратегії економічного і соціального розвитку України на наступні роки є курс на інтеграцію до Європейського Союзу та поступове наближення українського законодавства, норм і стандартів до відповідних документів ЄС.

Це призвело до необхідності вдосконалення нормативної бази, правового і технічного регулювання, стандартизації, сертифікації, оцінки відповідності, нагляду і державного контролю, спрямованих на захист інтересів країни, в тому числі підвищення конкурентоспроможності бізнесу. будівництва для забезпечення високої якості, безпеки нерухомості і експортної орієнтації підприємств.

В Україні вже зроблено ряд суттєвих кроків до адаптації вітчизняної системи до європейських норм. Так, у 2010 році вступив у силу Закон України «Про будівельні норми», а з 1 липня 2014 року – механізм одночасної дії національних будівельних норм та будівельних норм, гармонізованих з нормативними документами ЄС. Положення, які визначають цей механізм одночасної дії, наведені в Постанові Кабінету Міністрів України від 23.05.2011р. № 547 «Порядок застосування будівельних норм, розроблених на основі національних технологічних традицій, та будівельних норм, гармонізованих з нормативними документами Європейського Союзу» та ДБН А1.1-94: 2010 «Проектування будівельних конструкцій за Єврокодами. Основні положення».

Згідно з названими документами, основним із напрямків розвитку нормативної бази в Україні є впровадження національних стандартів (норм, розроблених на основі національних технологічних традицій), гармонізованих з нормативною базою Європейського союзу на EUROCODE - європейськими уніфікованими будівельними нормами і правилами, які мають статус європейських стандартів. Єврокоди встановлюють єдині для всієї Європи критерії проектування, гармонізують різні національні норми і правила, є

єдиним базисом для різних наукових досліджень, що сприяють безперешкодному обміну продуктами і послугами на будівельному ринку.[6]

Європейські коди – це система європейських будівельних стандартів, які розроблені Європейським комітетом зі стандартизації. Вони регламентують будівельне проектування із застосуванням майже усіх основних будівельних матеріалів, всі головні галузі проектування конструкцій, а також великий вибір і спектр типів конструкцій і продуктів.[6]

Одне з основних завдань Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України – не просто сприяти перекладу комплексу європейських стандартів у будівництві українською мовою, але й адаптувати коди з Європи під українські технології. Згідно з ДБН А.1.1-94:2010, Єврокод – це європейський стандарт з проектування будівельних конструкцій, у якому містяться вимоги до проектування, основними завданнями якого є:

- надати загальні критерії та методи проектування, які відповідають необхідним вимогам механічної міцності, стійкості і вогнестійкості при всіх типах навантажень, а також вимогам безпеки (надійності) будівель і споруд та їх частин, включаючи аспекти довговічності та економіки – це питання внутрішньої компетенції;

- служити основою для укладання договорів на проектування будівель і споруд та їх частин, для сприяння обміну будівельними послугами (будівельні роботи та супутні інженерні послуги), для поліпшення функціонування будівельного ринку;

- забезпечити єдине розуміння процесу проектування конструкцій серед українських та іноземних інвесторів, замовників, проектувальників, підрядників і т.д.;

- знизити бар'єри і полегшити обмін товарами і послугами в будівництві між державами-членами, підвищити конкурентоспроможність європейських

будівельних компаній, проектувальників і виробників конструкцій і матеріалів на світовому ринку.

Впровадження європейських стандартів для українських будівельних компаній має двояке значення. По-перше, в короткостроковій і середньостроковій перспективі компанії будуть змушені збільшувати витрати на навчання і навчання персоналу, тендери та дію цих документів дозволяє європейським компаніям зрозуміти правила, за якими виходити на ринок України, брати участь в конкурсах, що підвищує рівень конкуренції в галузі. З іншого боку, в стратегічній перспективі навчання персоналу і усунення технічних бар'єрів для ведення бізнесу (адаптація до європейських вимог) це створить умови для просування національних будівельних компаній на міжнародні ринки а також отримати додаткові конкурентні переваги на внутрішньому ринку.

У цих умовах майбутнє підписання економічної частини Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом не тільки відкриє нові можливості для пошуку нових ринків для будівельних компаній, але і відкриє нові можливості для розвитку бізнесу і збільшити внутрішню конкуренцію.

На відміну від більшості країн світу, де енергозбереження є хоча і важливим, але просто одним з елементів економічної та екологічної політики, для України сьогодні – це питання виживання.

В ринкових умовах і при виході на європейські та світові ринки енергетична складова є фактором, що значно знижує конкурентоспроможність українських компаній. Зараз основним напрямком зниження енергоємності продукції в усіх галузях економіки є формування ефективної системи державного управління в галузі енергозбереження. Важливими є питання впровадження енергоефективних технологій та обладнання в усі галузі народного господарства (технологічна складова) за наступними напрямками:

- упровадження нових енергозберігаючих технологій та обладнання;

- удосконалення існуючих технологій та обладнання;
- скорочення втрат енергоресурсів;
- підвищення якості продукції, вдосконалення та скорочення втрат сировини та матеріалів;
- заміщення і вибір найбільш ефективних енергоносіїв.[6]

1.2 Нормативна база з питань енергетичної ефективності будівель в Україні

В умовах постійного зростання цін на основні види енергоресурсів та значної зовнішньоекономічної залежності нашої країни від постачальників енергоносіїв покращення показників енергоефективності та зменшення споживання енергоресурсів у будівлях не виробничого та виробничого призначення набуває особливої актуальності у зв'язку із нагальною необхідністю економії коштів на їх утримання.[6]

Сьогодні обслуговування і ремонт будівель споживають значну кількість енергії через низький опір теплопередачі огорожувальних конструкцій, через значні втрати тепла при подачі гарячої води гарячими трубопроводами і трубами опалення і відсутність приладів, контролюючих і регулюючих параметри теплоносія і мікроклімату в приміщенні. Недостатня комфортність, низька енергоефективність значної частини житла, його значний фізичний і моральний знос потребують вирішення проблеми модернізації і теплової санації, капітальних ремонтів і реконструкції

Енерговитрати на утримання таких будинків і забезпечення комфортних умов проживання перевищують сучасні стандарти в 2,5-3,0 рази. Слід зазначити, що в багатьох країнах Європи вже понад 20 років ведуться поетапні роботи з теплової реабілітації житлових будинків. В результаті в цих країнах витрата палива на опалення будинків знизилася на 40-50%, комфортність житла постійно підвищується.

Тепловитрати через огорожувальні конструкції будинків в Україні складають до 70% всіх загальних витрат, а в розвинених країнах Західної Європи вони дорівнюють 38-44%, тобто в 2 рази менше. Особливу актуальність має впровадження заходів з енергоефективності у бюджетних установах та комунальному господарстві міст України у зв'язку з особливостями їх фінансування, нестачею бюджетних коштів та необхідністю дотримання ними відповідних соціальних, економічних та екологічних умов надання послуг громадянам. Сьогодні близько 100 тисяч бюджетних установ потребують проведення термомодернізації, яка дозволить зекономити до 200 млн куб.м. газу та інших ресурсів за рік.[6]

Житлово-комунальне господарство України посідає третє місце після металургійної та хімічної промисловості за обсягами споживання енергоносії в і перше місце – за споживанням тепла. Технічний стан поточного обладнання підприємств ЖКГ не сприяє зниженню витрат теплової енергії і потребує технічного переоснащення. Термін експлуатації більшої частини котелень, де використовуються малоефективні та застарілі котли з коефіцієнтом корисної дії (ККД) менше 80 %, перевищує 20 років. Понад 3000 км (14 %) теплових мереж перебуває в аварійному стані, а понад 7600 км (35 %) – амортизовано. На багатьох теплових пунктах експлуатуються застарілі кожухотрубні теплообмінники з низьким коефіцієнтом передачі.[6]

Загалом непродуктивні витрати теплової енергії в зовнішніх інженерних мережах сягають 30 %. Будівлі всіх типів є найбільшими споживачами енергії. Потенціал економії електроенергії в будівлях сягає (30-40) %, а теплової енергії – майже 50 %.[6]

Для реалізації заходів з підвищення енергоефективності будівель необхідно розробити і затвердити на рівні місцевих органів влади ефективну систему енергоменеджменту. Система енергоменеджменту повинна забезпечувати:

- збір та комплексний аналіз інформації про рівень споживання енергетичних ресурсів;
- аналіз витрат на енергетичні ресурси;
- проведення якісного енергетичного аудиту;
- зменшення збитків паливно-енергетичних ресурсів у комунальній і побутовій сферах;
- зниження споживання природного газу за рахунок альтернативних видів палива;
- чітке визначення суб'єктів реалізації і механізмів фінансування заходів з енергоефективності.[6]

За наявності інформації про якість експлуатації будівель і зовнішніх теплових мереж; за рівнем споживання і неефективного витрачання енергоресурсів для формування переліку об'єктів, які потребують теплової модернізації та модернізації, необхідно провести якісний енергоаудит. Експлуатаційні якості будівель та зовнішніх теплових мереж характеризуються такими параметрами:

- конструктивною надійністю та довговічністю (рік забудови; серія будівлі; характеристики матеріалів, з яких виготовлені несучі конструкції ; міцність і стійкість конструкцій в процесі їх експлуатації);
- функціональною відповідністю будівель вимогам нормативних документів (температурно-вологісний режим в приміщеннях; звукоізоляція; теплоізоляція; екологічність);
- архітектурно-планувальною відповідністю призначенню (комфортабельність; відношення житлової площі до загальної; відношення площі огорожувальних конструкцій до загальної площі будівлі);
 - експлуатаційними якість системи опалення та системи вентиляції;
 - експлуатаційними якість зовнішніх теплових мереж.[6]

Енергетичні аудити (енергоаудити) проводяться для виявлення енергоефективності та розробки економічно ефективних заходів щодо зниження споживання енергії. Енергоаудит проводиться з ініціативи та за рахунок власника (власників) будівлі відповідно до чинних в Україні норм. За результатами енергоаудиту має бути підготовлений звіт про стан установи, включаючи результати технічного та енергетичного обстеження; висновки про доцільність термомодернізації та модернізації установок (на основі розрахунків економічної ефективності заходів по енергозбереженню з урахуванням всіх факторів, в тому числі окупності заходів, спрямованих на зниження експлуатаційних витрат після модернізації і термомодернізації); теплова модернізація і модернізація.

Чинна нормативна база з питань енергоаудиту розрахована, в першу чергу, на промислові підприємства, проте може бути використана і в житлово-комунальному секторі. Наразі фахівцями ДП «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» розроблено проект ДСТУ Б В2.2.-39:2016 «Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель», який встановлює методичні положення підготовки до проведення енергетичного аудиту житлових та громадських будівель.

До переліку об'єктів, що підлягають термомодернізації та модернізації, рекомендується включити об'єкти, які будуть нести фінансові витрати на термомодернізацію і покращувати житлово-соціальні, економічні та екологічні умови громадян.

У першу чергу рекомендується розглядати будівлі перших «масових серій» забудови 50-90 років минулого століття. Їх кількість орієнтовно складає 25573 (11% від багатоквартирного житлового фонду), а загальна площа — близько 72 млн. м² (14,4%). За даними Мінрегіону України, будівлі «масової забудови» мають надзвичайно низькі теплозахисні властивості огорожувальних конструкцій, що спричинює втрати близько 40% теплової

енергії . Сформований перелік об'єктів, які потребують термомодернізації та модернізації , повинен бути погоджений на рівні місцевого самоврядування.[6]

Оцінка технічного стану може проводитися на підставі пошуку проектної документації та обстеження об'єктів (будівель і споруд). На виїзді проводяться обстеження для визначення технічного стану будівель і споруд. Всі споруди, незалежно від їх призначення, капітальних, технічних характеристик, підлягають періодичним оглядам з метою оцінки їх технічного стану і сертифікації, а також прийняття розумних заходів щодо забезпечення надійності та безпеки при подальшій експлуатації, ремонтах, реконструкціях.

Для повної діагностики технічного стану будівель доцільно паралельно з натурними обстеженнями та лабораторними визначеннями планувати та здійснювати також такі діагностичні процедури:

- аналіз та виявлення змін основних проектних та розрахункових параметрів (для будівель у цілому та їх окремих частин і конструкцій), які виникли за період експлуатації;
- аналіз дефектів та пошкоджень, змін характеристик матеріалів, ґрунтів та основ;
- коригування розрахункових моделей елементів, конструкцій, основ у зв'язку з наявністю дефектів та пошкоджень, зміни характеристики матеріалів та ґрунтів;
- перевірні розрахунки елементів, конструкцій, основ за скоригованими розрахунковими моделями та з урахуванням змін, які виникли в проектних та розрахункових передумовах за час експлуатації;
- оцінка технічного стану елементів, конструкцій, основ відповідно до розроблених критеріїв;
- оцінка технічного стану будівлі у цілому залежно від технічного стану його елементів, конструкцій, основ.[6]

Аналіз та виявлення змін основних проектних та розрахункових параметрів, які виникли за період експлуатації, належить виконувати шляхом порівняння таких проектних (нормованих) та фактичних (на момент обстеження) показників та їх параметрів:

- функціонального призначення будівлі;
- рівня відповідальності будівлі за економічними, соціальними та екологічними наслідками її відмови або класом наслідків (відповідальності) інженерних мереж, систем (клас СС3 – значні наслідки, клас СС2 – середні наслідки, клас СС1 – незначні наслідки), а також за відповідними до рівнів відповідальності та класів капітальності коефіцієнтами надійності;
- нормативних та розрахункових значень навантажень та впливів (у тому числі: власна вага, атмосферні, гідросферні, технологічні, сейсмологічні навантаження та ін.);
- особливостей та параметрів розрахункових ситуацій;
- ступеня агресивності природного та виробничого середовищ;
- інженерно-геологічних та гідрогеологічних умов.[6]

Обстеження проводиться організацією, що має відповідну ліцензію (сертифіковані фахівці). Огляд будівель повинен проводитися регулярно (плановий огляд) з періодичністю, встановленою відомчими правилами (інструкціями) з експлуатації будівель. Рекомендується визначати обсяг позачергових перевірок в кожному конкретному випадку з урахуванням цілей, конструктивних властивостей будівлі (споруди), наявності інформації про його технічний стан та інших чинників. Відповідальність за організацію своєчасних обстежень будівель покладається на керівника з експлуатації. Організація, що виконує обстеження будівель, несе відповідальність за якість та вірогідність матеріалів обстежень та оцінки технічного стану будівель, обґрунтованість висновків і рекомендацій.

З метою забезпечення надійності та безпеки експлуатації будівлі сервісна служба повинна за результатами перевірок та паспортизації вживати термінових і своєчасних заходів щодо ремонту, реконструкції окремих елементів конструкції, систем, або будівля в цілому. Ремонт, заміна, відновлення елементів захисної оболонки та огорожуючих конструкцій будівель можуть здійснюватися тільки за проектом, розробленим спеціалізованою проектною організацією, яка має відповідну ліцензію (сертифіковані підрядники).

Результати обстежень повинні бути оформлені у вигляді звіту, затвердженого спеціалізованою організацією (спеціалістом-експертом, що має кваліфікаційний сертифікат), яка виконувала обстеження, та погодженого із замовником. Звіт за результатами обстежень повинен бути оформлений відповідно до вимог ДСТУ 3008-95. Звіт про технічний стан будівлі (споруди) за підсумками обстеження будівлі або споруди повинен містити:

- оцінку технічного стану будівельних конструкцій (категорію технічного стану);
- результати обстеження будівлі (споруди), що обґрунтовують прийняту категорію технічного стану будівельних конструкцій, об'єкта в цілому;
- обґрунтування найбільш імовірних причин появи дефектів і пошкоджень в конструкціях, виявлених в ході обстеження будівлі (споруди);
- оцінку фізичного зносу будівельних конструкцій та інженерних систем будівлі відповідно до нормативних вимог;
- рекомендації з проведення ремонтно-відновлювальних робіт з усунення виявлених у ході обстеження дефектів і пошкоджень конструкцій. За необхідності, розроблення варіантів підсилення конструкцій або вузлів будівлі в цілому.
- результати обмірних робіт (плани, фасади, розрізи, і т.д.) в програмі AutoCAD.

- схеми і відомості дефектів і пошкоджень з фіксацією їх місць і характеру, а також посиланням на фотоматеріали, в тому числі схеми місць виробок, розтинів, зондування конструкцій;

- фотоматеріали об'єкта з описом виявлених в ході обстеження будівлі (споруди) дефектів і пошкоджень;

- результати визначення міцності властивостей матеріалів застосованих в конструкціях будівлі шляхом проведення інструментальних випробувань неруйнівними методами контролю, а так само лабораторні випробування (при необхідності). [6]

Інформація та висновки, отримані при обстеженні будівлі (споруди) спеціалізованою організацією, використовуються для заповнення «Паспорта технічного стану будівлі (споруди)» за результатами (фактичним значенням параметрів). технічного огляду будівлі або іншої споруди; реконструкція або визначення необхідності відновлення, посилення, ремонту будівельних конструкцій, внутрішніх та зовнішніх теплових мереж; з термомодернізацією і модернізацією або без термомодернізації.

В даний час фахівцями ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва» розробляється фінальна версія проекту ДБН В.1.2-XX:201X «Експлуатаційна придатність будівель і споруд», в якому будуть встановлені загальні вимоги щодо забезпечення працездатності. існуючих будівель, споруд, лінійних інженерних об'єктів і транспортної інфраструктури. Зокрема, в документі дано визначення категорій технічного стану об'єктів.

Крім того, цим інститутом розробляється проект ДСТУ-Н Б В.3.1-XX: 201X «Обстеження технічного стану будівель і споруд», в якому будуть встановлені вимоги до робіт з визначення технічного стану будівель, споруд, об'єктів. лінійна інженерна та транспортна інфраструктура з рекомендаціями по розробці заходів з технічного обслуговування для підтримки працездатності і безпеки (або порушення роботи).

Останнім часом Україна активно розвивала правову базу в галузі енергозбереження та пошуку альтернативних джерел енергії, прийняла ряд законів і постанов, спрямованих на стимулювання та забезпечення реалізації заходів з енергозбереження, особливо в галузях житлово-комунального будівництва і бюджету. Основні з них такі:

- Закон України «Про енергозбереження» № 74/94 ВР від 1.07.1994 року зі змінами та доповненнями - Редакція від 09.05.2015;
- Закон України «Про альтернативні джерела енергії » № 555-IV від 20.02.2003 року зі змінами та доповненнями - Редакція від 16.07.2015;
- Закон України «Про альтернативні види палива» (1391 - XIV від 14.01.2000 р. - Редакція від 16.07.2015;
- Закон України «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу» № 2509-IV від 05.04.2005 року зі змінами та доповненнями- Редакція від 05.04.2015;
- Закон України “Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду” від 22.12.2006 №525-У- Редакція від 18.11.2012;
- Постанова Кабінету Міністрів України «Про організацію державного контролю за ефективним (раціональним) використанням паливно-енергетичних ресурсів» № 935 від 22.10. 2008 року - Редакція від 22.06.2009;
- Постанова Кабінету Міністрів «Про деякі заходи щодо раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів» № 1071 від 07 .07.2000;
- Постанова Кабінету Міністрів України від 15. 07. 1998 № 1094 “Про державну експертизу з енергозбереження” із змінами та доповненнями - Редакція від 12.06.2011;
- Енергетична стратегія України на період до 2030 року, схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 1071-р - Прийняття від 24.07.2013;

- Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про програми підвищення енергоефективності та зменшення споживання енергоресурсів» № 1567-р від 17.12.2008;

- Розпорядження Кабінету Міністрів України від 16.10. 2008 р №1334 - р «Про схвалення пріоритетних напрямів діяльності у сфері енергоефективності та енергозбереження на 2008- 2009 роки»;

- Розпорядження Кабінету Міністрів України від 28.12.2005 № 577-р «Про заходи щодо енергозабезпечення споживачів»;

- Розпорядження Кабінету Міністрів України від 28.09.2006 № 502-р «Про переведення населених пунктів на опалення електроенергією»;

- Розпорядження Кабінету Міністрів України від 11.06.2008 № 838-р «Про оснащення житлового фонду засобами обліку та регулювання споживання води і теплової енергії » - Редакція від 11.03.2009;

- Загальнодержавна програма реформування і розвитку житлово-комунального господарства на 2009-2014 роки, затверджена наказом від 24.06.2004 №1869-IV — Редакція від 17.11.2012;

- Державна цільова економічна програма енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносії в з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010-2015 роки, затверджена Постановою Кабінету Міністрів України від 01.03.2010 р. № 243— Редакція від 06.05.2015;

1.3 Основні нормативні вимоги щодо рівня енергетичної ефективності будівель

Оскільки однією з тенденцій розвитку України є входження до Європейського економічного простору, реалізація проектів щодо приведення національної системи стандартизації України у відповідність до вимог і правил, згідно з якими національні системи стандартизації держав-членів ЄС, рекомендується зосередитися на нормативних вимогах. ЄВРОСОЮЗ

застосовує комплексний підхід до формування правової бази у сфері енергоефективності. Основними видами правових документів, які застосовуються в ЄС, вважаються:

- постанови (є обов'язковими для застосування усіма країнами ЄС);
- директиви (є обов'язковими для держав-членів в частині результатів, які повинні бути досягнуті та повинні бути відображені в національній правовій базі);
- рішення (обов'язкові тільки для суб'єктів, яким вони адресовані); - рекомендації та положення (не мають обов'язкового характеру і є декларативними документами).[7]

Одним із основних документів ЄС в галузі енергоефективності був «План дій з енергоефективності на 2007-2020 рр.» Серед його основних цілей є:

- відносна економія енергоспоживання не менше ніж на 20% за рахунок зростання енергоефективності порівняно зі звичайним сценарієм розвитку;
- досягнення 20%-ї частки відновлюваних джерел енергії в загальному обсязі енергоспоживання ЄС до 2020 року;
- зниження викидів парникових газів на 20% по відношенню до базового (базовий рівень визначається за Кіотським протоколом 1990 р.);
- зростання енергоефективності в секторі ЖКГ на 20%;
- модернізація та підвищення енергоефективності сектору електрогенерації за рахунок зростання ККД на 20%;
- досягнення країнами ЄС до 2010 року 10%-го обсягу поєднання електроенергетичної та газотранспортної систем.[7]

У червні 2012 року прийнята Директива ЄС з енергетичної ефективності (Директива ЄС 2012/27/EU), яка визначає загальний комплекс заходів з підвищення енергоефективності та містить наступні положення:

а) реконструкція будівель. Країни-члени ЄС повинні проводити реконструкцію як мінімум 3% площі опалюваних будівель, які займають органи державної влади;

б) підвищити ефективність енергосистем. Енергетичні компанії, які підпадають під дію цієї директиви, повинні досягти певного рівня енергоефективності процесів виробництва і транспортування енергії (однією з вимог є щорічне скорочення загального споживання енергії на 1,5% в порівнянні з 2009 роком в період з 2014 по 2020);

в) енергоаудит. Великий список організацій і компаній, великих споживачів енергії, які повинні пройти процедуру енергоаудиту (процедура енергоаудиту повинна проводитися не пізніше 3 років з моменту вступу в силу Директиви (2012 р) і проводитися кожні 4 роки кваліфікованими енергоаудиторами);

г) підвищити ефективність систем опалення та кондиціонування. До грудня 2015 року всі держави-члени ЄС повинні скласти та подати до Європейської комісії звіти про поточний стан справ і плани в області когенерації, опалення та охолодження.

д) розробка механізмів фінансування. Органи державної влади повинні розробити та впровадити певні механізми фінансування (інвестування) підвищення енергоефективності;

е) загальноєвропейські та національні цілі. Загальною метою зі зниження енергоспоживання в ЄС є визначений Директивою рівень в 20% до 2020 року. Водночас, кожна з країн-членів ЄС повинна встановити власні цілі зі збільшення енергетичної ефективності та актуалізовувати свої Стратегії кожні три роки (2014, 2017 та 2020).[7]

Серед інших важливих Директив ЄС, які стосуються питань енергоефективності, можна назвати:

- Директиву з енергоспоживання будівель (2002/91/EU - EPBD та 2010/31/EU), якими передбачається необхідність енергетичної паспортизації будівель та вводяться стандарти енергоспоживання будівель;

- Директиви з екодизайну (екологічно орієнтоване проектування продукції – 2005/32/ EU та 2009/125/EU), які встановлюють певні вимоги до екологічності продукції, що споживають енергію та заходів зі зменшення енергоспоживання такої продукції і, як наслідок, зменшення негативного впливу на довкілля;

- Директиви з маркування енергетичної продукції (1992/75/EU та 2010/30/EU), які стосуються маркування та стандартизації інформації про енергоспоживання побутових приборів (встановлення класів енергоефективності);

- Директива ЄС зі збільшення частки використання відновлюваних джерел енергії (2009/28/EU). [7]

Ще одним важливим кроком є впровадження досвіду Європейського Союзу в галузі стандартизації енергетичних характеристик будівель і споруд (Європейська директива про енергетичні характеристики будівель EPBD-2010), який підтримується більш ніж 40 стандартів EN з розрахунку енергоспоживання за допомогою окремих інженерних систем і будівлі в цілому, визначити теплову і охолоджуючу навантаження будівлі, встановити правила вибору умов експлуатації будівель, забезпечити моніторинг і перевірку маркування і сертифікації енергоефективності будівлі.

Гармонізація національних стандартів з чинною будівельною нормативною базою створить нормативно-методичне забезпечення сертифікації енергоефективності будівель і споруд відповідно до Закону України «Про енергозбереження».[8]

Екологічне будівництво разом з підвищенням енергоефективності будівель входить до загального напрямку Глобального зеленого нового курсу (ГЗНК), спрямованого на сприяння оздоровленню фінансової системи, подолання рецесії в економіці, переведення після кризового розвитку на шлях екологічно чистого і стабільного розвитку, збільшення кількості робочих місць згідно з програмою ООН про довкілля (ЮНЕП). [7]

З цією метою пропонується пакет державних інвестицій, податкових пільг, реформування цін в напрямку переходу до екологічно чистої «зеленої» економіки, створення адекватної інфраструктури та зайнятості в трансформованих секторах економіки. У порівнянні з традиційним будівництвом використання «зелених стандартів» є більш дорогим, але більш перспективним способом підвищення конкурентоспроможності будівельних компаній і зниження негативного впливу їх діяльності на навколишнє середовище. Зазвичай існує три основних принципи екологічного будівництва: раціональне використання ресурсів (енергії, землі, води), мінімізація шкоди природі і створення комфортного мікроклімату в будинку.

Принципи «зелених стандартів» – це продумане і економне ставлення до природних ресурсів і турбота про здоров'я і комфорт людини. До них відносять:

- оптимальний вибір місця, включення будівлі в загальний пейзаж, спільну інфраструктуру середовища та транспорту;
- орієнтування вікон на південь для максимального використання сонячної енергії та денного світла;
- використання альтернативних джерел енергії та мінімізація витрат енергії;
- висока теплоізоляція, що дозволяє підтримувати постійну температуру в приміщеннях незалежно від перепадів температури зовнішнього середовища;
- встановлення вентиляції з поверненням тепла в опалювальну систему;

- використання екологічно чистих нетоксичних відновлювальних матеріалів;
 - максимальна автономність будівель;
 - нешкідливі автоматизовані альтернативні опалювальні системи (кілька рішень — біомаса, теплонасоси, сонячні колектори і т.д.);
 - економне споживання води, можливість очищення та її повторного використання;
 - скорочення відходів, викидів та інших впливів на довкілля;
 - уникнення шкідливого впливу на самопочуття та здоров'я людини; •
- зниження затрат на утримання будівель нового будівництва;
- зручне утримання будівель.[6]

Мінімальні вимоги до енергоефективності будівель встановлюються на основі даних, розрахованих для еталонних будівель, з урахуванням вимог до теплових характеристиках огорожувальних конструкцій та енергоефективності інженерних систем (включаючи устаткування) будівель відповідно до економічно доцільний рівень, що враховує рівень дисконтованих витрат на енергоефективність щодо розрахункового терміну корисного використання кожного еталонного будівлі і диференційований залежно від функціонального призначення, висоти будівель і типу будівельних робіт.[9]

Мінімальні вимоги не поширюються на роботи з відновлення окремих конструкцій будівель та споруд з метою ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (аварій) та відновлення функціонування об'єктів, призначених для забезпечення життєдіяльності населення, без зміни їх геометричних розмірів.[9]

Мінімальною вимогою при новому будівництві, реконструкції або капітальному ремонті будівель в цілому або їх відокремлених частин (за умови їх автономності), є не перевищення показника загального питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні, EP_{use} , відповідного граничного значення, EP_p . [10]

У разі відсутності системи охолодження в будівлі визначення питомого енергоспоживання при охолодженні здійснюється згідно з пунктом 4 розділу VI Методики визначення енергетичної ефективності будівель.

При новому будівництві, реконструкції, що веде до зміни функціонального призначення будівлі, клас енергетичної ефективності будівлі встановлюється за показником загального питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні (EP_{use}) згідно з пунктом 2 розділу XII Методики визначення енергетичної ефективності будівель на рівні не нижчому, ніж клас «С».[10]

При реконструкції, капітальному ремонті, що спрямовані на підвищення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій, показників споживання енергетичних ресурсів інженерними системами, житлових та громадських будівель в цілому або її відокремлених частин, граничне значення питомого енергоспоживання будівель при опаленні та охолодженні, EP_r , що наведене у таблиці до Мінімальних вимог енергетичної ефективності будівель, приймається з коефіцієнтом не більше 1,2.[10]

При реконструкції, капітальному ремонті частин будівлі мінімальні вимоги щодо енергетичної ефективності встановлюються в обсязі проектних рішень.[10]

Частинами будівлі можуть бути: житлове, нежитлове приміщення чи сукупність таких приміщень, поєднаних спільною характеристикою, огорожувальні конструкції теплоізоляційної оболонки в цілому або в межах відокремленої частини будинку, будівлі, споруди.

При реконструкції, капітальному ремонті частин будівлі (огорожувальних конструкцій теплоізоляційної оболонки в цілому або в межах відокремленої частини будинку, будівлі, споруди) мінімальні вимоги щодо енергетичної ефективності встановлюються як мінімально допустимі значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій Rq_{min} , що

визначаються згідно ДБН В.2.6-31 «Теплова ізоляція будівель» (ДБН В.2.6-31) для відповідної температурної зони.[10]

При реконструкції або капітальну ремонті частин будівлі (приміщення чи їх сукупності), які не є її відокремленою частиною, мінімальні вимоги до них встановлюються в обсязі проектних рішень, необхідних для виконання відповідних робіт, згідно з вимогами ДБН В.2.6-31 (за виключенням значення опору теплопередачі $R_{q \min}$ для зовнішніх стін при їх внутрішньому оздобленні).

При новому будівництві, реконструкції клас енергетичної ефективності інженерних систем встановлюється згідно вимог ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» (ДБН В.2.5-67:2013).

При капітальному ремонті, технічному переоснащенні інженерних систем та їх окремих елементів, мінімальні вимоги до них та їх обладнання, встановлюються в обсязі проектних рішень, необхідних для виконання відповідних робіт, відповідно до розділу 10 ДБН В.2.5-67:2013.

Згідно зі зміною № 1 до ДБН В.2.6-31:2006, яка вступила в дію з 1 липня 2013 року, встановлені нормативні максимальні теплові витрати житлових і громадських будинків (E_{\max}).

Питомі тепловитрати на опалення будинків, розрахункові або фактичні, повинні бути менші за максимально допустиме значення питомих тепловитрат на опалення будинку за опалювальний період. Виконання цієї умови для будинку, що проектується або експлуатується, перевіряється на підставі результатів експериментальних випробувань згідно з ДСТУ Б В.2.2-21 або з використанням математичних моделей теплового режиму будинку, а також за результатами розрахунків згідно з ДСТУ-Н Б А.2.2-5.

На основі різниці в відсотках розрахункового або фактичного значення питомих тепловитрат, від максимально допустимого значення встановлюються класи енергетичної ефективності будинку (А, В, С, D, E, F)(табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Класи енергоефективності будівлі

Класи енергоефективності будівлі	Різниця у відсотках розрахункового або фактичного значення питомих тепловитрат від максимально допустимого значення
A	Мінус 50 там менше
B	Від мінус 49 до мінус 10
C	Від мінус 9 до 0
D	Від 1 до 25
E	Від 26 до 75
F	Та більше

Найгірший клас енергетичної ефективності будинку – F, а відповідно A характеризує будинки з найкращими показниками. Необхідний клас енергетичної ефективності будинку задається у завданні на проектування і підтверджується енергетичним паспортом будинку.

Для нового будівництва клас енергоефективності будинку повинен бути не нижче C. Відповідальність за це несе проектна організація, яка складає його під час проектування, або організація, яка видає енергетичний паспорт будинку, введеного в експлуатацію або керованого. надійність енергетичних даних проекту будинку. Енергетичний паспорт будинку - структурний елемент розділу «Енергоефективність» проектної документації об'єктів. Вимоги до складу, оформлення і оформлення розділу «Енергоефективність» при проектуванні житлових і громадських будівель встановлені в ДСТУ БА 2.2-8: 2010. Даний стандарт застосовується юридичними і фізичними особами, господарюючими суб'єктами незалежно від форми власності. , Які проектують нові споруди, реконструкції, ревізії, енергетичні паспорти будівель, при визначенні класу енергоефективності будинку.

Завершальним етапом розробки будівельних проектів є експертиза. Експертиза проводиться експертними організаціями незалежно від форми власності, відповідними критеріями, встановленими Мінрегіоном. Інформація про експертні організації, які відповідають критеріям, публікується міністерством на офіційному сайті. Експертиза проектів будівництва об'єктів IV і V категорій складності, побудованих за рахунок бюджетних коштів, коштів державних і муніципальних підприємств, установ і організацій, а також кредитів, наданих під державні гарантії, проводиться дослідної організацією. державна. Експертну організацію, котра проводить експертизу, визначає власник будівлі. Замовник будівельного проекту не може проводити експертизу. На жаль, обов'язкові навички передбачені тільки для об'єктів 4 і 5 категорій складності, тому у більшості проектів є істотні недоліки в розробці заходів з енергозбереження.

Контроль за дотриманням юридичними та фізичними особами будівельних норм, стандартів і правил під час виконання підготовчих і будівельних робіт, в тому числі пов'язаних з енергоефективністю, покладено на співробітників і експертів Інспекції. Державне управління архітектури і будівництва України. У грудні 2010 року Верховна Рада України ратифікувала Договір про Європейське енергетичне співтовариство (ДЕХ), згідно з яким Україна стала учасницею Договору і взяла на себе зобов'язання виконувати директиви Європейського економічного союзу в області енергетики. , Енергозбереження та відновлювальні джерела енергії. Що стосується енергозбереження в будівлях, існує Директива 2010/31/ЄЕС про енергетичні характеристики (енергетичних характеристиках) будівель (EPBD).

Згідно з ним, енергоефективність будівель повинна визначатися на основі розрахункової або фактичної річної енергії для задоволення різних потреб, пов'язаних з її типовим використанням в домашніх умовах. Ці потреби повинні

включати потреби в енергії для опалення та охолодження для підтримки певної температури, а також потреби в енергії для гарячого водопостачання.

В ЄС серед різних існуючих стандартів розрахунку енергоефективності будівель Європейського комітету центральне місце займає стандарт, який пов'язує більшість стандартів в логічній послідовності кроків розрахунку - EN ISO 13790. В EN ISO 13790, який має ідентичну ступінь відповідності (IDT) міжнародним стандартом.

Стандарт EN ISO 13790 для національних органів, відповідальних за нормування, надає багато варіантів методик розрахунку показників енергоефективності будівель. Наразі підготовлений та затверджений національний стандарт – «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні». Цей стандарт визначає метод розрахунку енергоспоживання та встановлює національні рішення стосовно розрахункового методу оцінки річного енергоспоживання будівлі при опаленні та охолодженні згідно з ДСТУ Б ENISO 13790. Зараз Україна готує Закон про енергетичну ефективність житлових та громадських будівель, направлений на відображення вимог Директиви 2010/31/ЄЕС про енергетичні характеристики будівель (EPBD), а також ряд нових нормативних документів.[6]

1.4 Заходи з підвищення енергетичної ефективності в будівлях

Об'єкти бюджетної сфери та муніципальної інфраструктури в Україні досить великими споживачами тепла, води, електроенергії та палива. За різними оцінками, сумарне споживання паливно-енергетичних ресурсів в цих сферах становить 25-30% від кінцевого споживання. При цьому, бюджетні об'єкти державного підпорядкування в порівнянні з іншими, як правило, споживають більше електроенергії, регіональні і муніципальні - більше тепла і води. В середньому в великих і середніх містах на частку бюджетної сфери

припадає близько 9-11% від усього енергоспоживання міста, об'єкти державної бюджетної сфери можуть додати до цієї частці ще близько 5-6%. Структура споживання енергоресурсів муніципальними об'єктами і підприємствами в значній мірі визначається специфікою і профілем їх діяльності. До групи бюджетних організацій входять різні установи освіти, охорони здоров'я, культури і мистецтва, фізкультурні і спортивні установи, об'єкти МВС і Міноборони, адміністративні та адміністративно-виробничі установи. В склад об'єктів бюджетної сфери в основному входять різні будівлі і будови, функціональні і допоміжні споруди, в ряді випадків - власні системи життєзабезпечення (котельні, системи водо-, електропостачання та ін.).

Специфіка використання енергоресурсів на цих об'єктах приведена в таблиці 1.2. Як видно з таблиці, режим експлуатації і область використання енергоресурсів на цих об'єктах в значній мірі збігаються, що дозволяє сформулювати досить загальний пакет технічних рішень щодо економії енергоресурсів. Комплекс заходів з енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності досить різноманітний і може бути розділений на самі різні групи. За витратами їх можливо класифікувати на маловитратні (організаційні), середньовитратні (з окупністю до 5 років) і високовартісні. Ця класифікація застосовується в ряді методичних посібників і нормативних актів.

За функціональністю енергозберігаючі заходи можуть бути класифіковані в такий спосіб:

- "пасивні" – заходи, що дозволяють знижувати необхідну розрахункову потужність інженерних систем освітлення, опалення, вентиляції, кондиціонування повітря;
- "активні" – заходи, що забезпечують зниження споживання енергоресурсів в процесі експлуатації за допомогою регулювання тепло-, електро- або водоспоживання.

Таблиця 1.2 – Специфіка використання енергоресурсів будівлями бюджетної сфери

Найменування об'єкту	Особливості енергоспоживання
Об'єкти сфери освіти (школи, дитячі дошкільні заклади, інтернати, ВНЗ)	Системи освітлення, обладнання харчоприготування, холодильне обладнання, оргтехніка, опалення, вентиляція, гаряче і холодне водопостачання, каналізація
Об'єкти сфери охорони здоров'я (поліклініки, лікарні, диспансери, амбулаторії)	Освітлення, спец, медичне обладнання, обладнання харчоприготування, холодильне обладнання, оргтехніка, опалення, вентиляція і кондиціювання повітря, гаряче і холодне водопостачання, каналізація
Об'єкти сфери культури (театри, філармонії, бібліотеки) та молодіжної політики	Системи опалення, вентиляції та кондиціювання повітря, освітлення і доп. ілюмінація, оргтехніка, гаряче і холодне водопостачання, каналізація
Об'єкти сфери спорту (стадіони, спортзали, тренувальні бази)	Системи опалення, вентиляції та кондиціювання повітря, обладнання харчоприготування, освітлення і додаткова ілюмінація, оргтехніка, гаряче і холодне водопостачання, каналізація
Об'єкти сфери соціальної політики (будинки для літніх людей, спец.інтернати)	Системи опалення, вентиляції та кондиціювання повітря, пшцепріготування і холодильне обладнання, оргтехніка, освітлення, гаряче і холодне водопостачання, каналізація
Адміністративні будівлі	Системи опалення, вентиляції та кондиціювання повітря, холодильне обладнання, оргтехніка, освітлення, гаряче і холодне водопостачання, каналізація
Допоміжні об'єкти (гаражі, складські приміщення)	Системи опалення, кондиціювання повітря, освітлення, сигналізація, оргтехніка, водопостачання, каналізація

При цьому в комплекс енергозберігаючих заходів за різними об'єктам можуть входити найрізноманітніші за спрямованістю заходи: організаційні заходи (введення правил, регламентів, стандартів, нормативів, зміна графіку

функціонування об'єкту і т.д.), технічні заходи (реконструкція будівлі, встановлення додаткового обладнання, використання тепла, що відходить та ін.), різні мотиваційні заходи і механізми (елементи стимулювання, пропаганда і т.д.).

Відповідно, різні заходи дають різні за своєю природою ефекти від їх реалізації. У зв'язку з цим всі енерго- і ресурсозберігаючі заходи в будівлях різного призначення можна розділити на три різнопланові групи.

- модернізація (заміна) обладнання, елементів, інженерних систем будівель (що призводить до скорочення непродуктивних втрат енергоресурсів);
- використання різних відходів, вторинних і побічних енергоресурсів (що також веде до скорочення використання зовнішніх енергоресурсів);
- нетехнічні способи зниження потреб в енергоресурсах, управління попитом, пропаганда енерго- і ресурсозбереження.

Відзначимо, що до першої групи можуть бути віднесені як пасивні, так і активні заходи.

До другої групи слід віднести:

- використання вторинного тепла будівель (рекуператори) для опалювально-вентиляційних цілей, гарячого водопостачання;
- застосування теплових насосів для підвищення ефективності використання наявного потенціалу теплоносія (тепла ґрунту, стоків, що видаляється);
- використання стоків, ТПВ для вироблення біогазу, або вогневе знешкодження сміття з виробленням теплової та електричної енергії;
- використання вітрової енергії для покриття частини потреби будівель в електроенергії;
- використання сонячних колекторів і сонячних батарей в регіонах з достатньою сонячною радіацією для покриття частини потреби будівель в теплової, електричної енергії і холоді.

Заходи третьої групи (включаючи також організаційні заходи):

- активна пропаганда енерго- і ресурсозберігаючого способу життя, скорочення непродуктивних втрат ресурсів;
- призначення в бюджетних установах відповідальних за контролем витрат енергоносіїв і проведення заходів по енергозбереженню. Підвищення кваліфікації відповідальних за енергозбереження;
- удосконалення порядку роботи організації та оптимізація роботи систем освітлення, вентиляції, водопостачання;
- дотримання правил експлуатації і обслуговування систем енерговикористання і окремих енергоустановок, введення графіків включення і відключення систем освітлення, вентиляції, теплових завіс;
- децентралізація включення освітлення на необхідні зони. Призначення відповідальних за контроль включення-відключення систем;
- організація робіт з експлуатації світильників, їх чищенні, своєчасному ремонту віконних рам, обклеювання вікон, ремонт санвузлів, тощо;
- ведення роз'яснювальної роботи з учнями і співробітниками по питань енергозбереження;
- проведення періодичних енергетичних обстежень, складання і коригування енергетичних паспортів, постійний моніторинг енергоспоживання;
- агітаційна робота, таблички про необхідність економії води, енергоресурсів, про вимикання світла, закриття вікон, входних дверей;
- введення системи заохочення працівників за зниження втрат палива, електричної та теплової енергії, води з одночасним введенням заходів адміністративної відповідальності за неефективне споживання (Використання) енергоресурсів;
- проведення періодичних «рейдів» перевірки ефективності споживання енергоресурсів;

- підвищення технічних знань в питаннях економії енергії окремих категорій робітників бюджетних організацій на прикладі тих організацій, які домоглися найвищих показників економії енергоресурсів.

Незважаючи на різноманітність типових заходів з енергозбереження для бюджетних об'єктів, відображених вище, безпосередній вибір найбільш оптимальних заходів є непростим завданням. Проблема полягає в тому, що оцінка резервів (потенціалів) енергозбереження, вибір заходів і розрахунок ефектів - не зовсім рівнозначні за змістом, але взаємопов'язані процедури. В ідеалі необхідно здійснювати вибір ключових заходів як на основі виявлення енерговитрат, так і з урахуванням максимального ефекту від їх реалізації.

Ключові заходи з енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності можуть вибиратися на основі наявного масиву даних і інформації про об'єкт, інформації про ресурсоспоживання, інформації про режими використання, про незалежні змінні і статичні фактори, інформації про інші реалізовані заходи на схожих об'єктах нерухомості.

У таблиці 1.3 представлені різні типи можливих ефектів від заходів з енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності. Видно, що вони в значній мірі взаємопов'язані. При цьому сумарний ефект заходів складається із сукупності окремих ефектів, при цьому в ряді випадків додаткові приватні ефекти можуть бути більш важливими і значущими. Відзначимо, що з прийнятною точністю можна визначити практично тільки технічний (Енергетичний) ефект, інші визначаються або вже на його основі, або іншими способами і методами. У зв'язку з цим, будь-який розрахунок ефективності починається з визначення саме енергетичних ефектів від реалізації заходів.

Таблиця 1.3 – Ефекти від впровадження енергозберігаючих заходів

Види ефектів	Складові ефектів
Енергетичні	Поліпшення енергетичних характеристик будівель і об'єктів нерухомості, економія тепла, електроенергії, води, палива, інших ресурсів.
Економічні	Зниження частки паливно-енергетичних ресурсів в собівартості продукції, зростання (в тому числі питома) продуктивності, товарообігу, виробництва послуг, підвищення капіталізації будівель.
Ергономічні	Поліпшення умов праці, комфортності перебування, мікроклімату в навчальних, робочих і житлових приміщеннях.
Екологічні	Скорочення одного або декількох впливів на навколишнє середовище (викидів в атмосферу, водні джерела, шуму, відходів).
Фінансові	Зниження платежів за енергоресурси, економія і вивільнення бюджетних коштів (на оплату енергоресурсів), зниження сум оплати за ресурси, окупність заходів.

У ряді випадків додаткові (неенергетичні) ефекти проведення енергоресурсозбереження цілком можуть дати досить значні економічні та фінансові показники. Їх адекватна і професійна капіталізація, а також розробка методів розрахунку кумулятивних, синергетичних ефектів є актуальним методологічним завданням прикладної економічної науки, особливо в світлі зростання соціально-екологічних пріоритетів розвитку економіки.

Перелік заходів, проведення яких в більшій мірі сприяє енергозбереженню і підвищенню ефективності використання енергетичних ресурсів наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Типові енергозберігаючі заходи

Назва заходу	Мета заходу	Застосовувані технології, матеріали, обладнання
Підгрупа «пасивних» заходів з енергозбереження		
Встановлення тепловідбивних плівок на вікна	1)зниження втрат випромінюваної енергії; 2)раціональне використання теплової енергії	Тепловібиваюча плівка
Встановлення низькоемісійних склопакетів	1)зниження втрат випромінюваної енергії; 2)раціональне використання теплової енергії	Незькоемісійні склопакети
Заміна віконних блоків	1)зниження інфільтрації; 2)раціональне використання теплової енергії 3)збільшення строку служби	Сучасні металопластикові склопакети
Утеплення стелі підвалу	1)Зменшення охолодження чи промерзання стелі технічного підвалу 2)раціональне використання теплової енергії 3)збільшення строку служби будівельних конструкцій	Тепло-, водо- і пароізоляційні матеріали та ін.

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
Утеплення підлоги горища	1)зменшення протікань, охолодження чи промерзання підлоги технічного поверху чи горища 2)раціональне використання теплової енергії 3)збільшення строку служби будівельних конструкцій	Тепло-, водо- і пароізоляційні матеріали та ін.
Ізоляція міжпанельних і компенсаційних швів	1)зменшення протягів, протікань, промерзання, утворення грибків 2)раціональне використання теплової енергії 3)збільшення строку служби стінових конструкцій	Технологія «теплий шов», герметик, теплоізоляційні прокладки, мастики та ін.
Утеплення покрівлі	1)зменшення протікань і промерзання горищних конструкцій 2)раціональне використання теплової енергії 3)збільшення строку служби горищних конструкцій	Технології плоских дахів, тепло-, водо-, пароізоляційні матеріали та ін.

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
Гідрофобізація стін	1)зменшення намокання та промерзання стін 2)раціональне використання теплової енергії 3)збільшення строку служби стінових конструкцій	Гідрофобізатори на кремній-органічній або акриловій основі
Утеплення зовнішніх стін	1)зменшення промерзання стін 2)раціональне використання теплової енергії 3)збільшення строку служби стінових конструкцій	Технологія вентильовного фасаду, ізоляційні матеріали, захисний шар, обшивка та ін.
Заміна віконних та балконних блоків	1)зниження інфільтрації 2)раціональне використання теплової енергії 3)збільшення строку служби	Сучасні склопакети
Ремонт ізоляції трубопроводів і стояків системи опалення	1)Раціональне використання теплової енергії 2)зменшення споживання теплової енергії в системі опалення	Сучасні теплоізоляційні матеріали для трубП

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
Промивання трубопроводів і стояків системи опалення	1)Раціональне використання теплової енергії 2)зменшення споживання теплової енергії в системі опалення	Промивочні машини та реагенти
Ремонт ізоляції теплообмінників та трубопроводів системи ГВП	1)Раціональне використання теплової енергії 2)зменшення споживання теплової енергії та води в системі ГВП	Сучасні теплоізоляційні матеріали для труб
Ущільнення та утеплення входних блоків, забезпечення автоматичного закривання дверей	1)зменшення втрат тепла через двері 2)раціональне використання теплової енергії 3) підвищення безпеки	Двері з теплоізоляцією, ущільнювачі, поліуретанова піна, автоматичні доводчики дверей
Модернізація трубопроводів і арматури системи опалення	1)Збільшення троку експлуатації трубопроводів 2)зменшення протікань 3)зменшення числа аварій 4)раціональне використання теплової енергії 5)економія теплової енергії в системі опалення	Сучасні ізольовані трубопроводи, арматура

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
Підгрупа «активних» заходів з енергозбереження		
Заміна ламп розжарювання на енергоефективні лампи	1)економія електроенергії 2)підвищення якості освітлення	Світлодіодні лампи
Встановлення лінійних балансувальних вентилів та балансування системи опалення	1)раціональне використання теплової енергії 2)Зниження споживання теплової енергії в системі опалення	Балансувальні вентиля, запірні вентиля, повітровипускні клапани
Модернізація ІТП із встановленням погодного регулювання	1)автоматичне регулювання параметрів в системі опалення 2)раціональне використання теплової енергії 3)Зниження споживання теплової енергії в системі опалення	Обладнання для автоматичного регулювання витрати, температури та тиску води в системі опалення, в тому числі насоси, контролери, регулювальні клапани з приводом, датчики температури

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
Встановлення термостатичних вентилів на радіаторах	1)підвищення рівня температурного комфорту в приміщеннях 2) Зниження споживання теплової енергії в системі опалення	Термостатичні радіаторні вентилі (термоголовки)
Забезпечення рециркуляції води в системі ГВП	1)раціональне використання теплової енергії 2)економія теплової енергії в системі ГВП	Циркуляційні насоси, автоматика, трубопроводи
Модернізація електродвигунів або заміна на енергоефективні	1)точне регулювання параметрів в системі опалення, ГВП та ХВП 2)економія електроенергії	Тришвидкісні двигуни, двигуни з частотним регулюванням
Встановлення теплових насосів для системи опалення та кондиціонування	Економія теплової енергії	Теплові насоси
Встановлення обладнання для автоматичного освітлення	1)автоматичне регулювання освітленості 2)економія електроенергії	Датчики освітленості, датчики присутності

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
Ремонт змішувачів та душових насадок або їх заміна	1)ліквідація втрат води 2)Раціональне використання води 3)Зменшення споживання води в системі ХВП та ГВП	Запчастини, сучасні економічні моделі
Ремонт унітазів чи їх заміна	1)ліквідація втрат води 2)Раціональне використання води 3)Зменшення споживання води в системі ХВП	Запчастини та сучасні економічні моделі
Ремонт або встановлення повітряних заслонок	1)ліквідація втрат тепла через систему вентиляції 2)раціональне використання теплової енергії	Повітряні заслонки з регулюванням прохідного перерізу

Отже, заходів для підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів існує велика кількість, які мають свої особливості, сферу застосування, вартість впровадження та відносний економічний ефект. Після аналізу існуючих заходів постає лише питання вибору найбільш доцільних враховуючи стан існуючої будівлі та інші аспекти впровадження.

Висновки до розділу

В розділі розглянуто основні напрямки розвитку України у сфері енергоефективності та споживання енергоресурсів будівлями. Проаналізовано Державні та Європейські нормативно-правові акти у сфері енергоефективності та будівництва. Було розглянуто показники питомого споживання енергоресурсів країнами Європи та порівняно ці значення з показниками як

наразі ми маємо в Україні. На основі цього зроблено висновки, що підвищення енергетичної ефективності в усіх сферах є проритетним напрямком подальшого розвитку держави. Для цього активно розробляються нові вимоги до будівництва, експлуатації та перевірки будівель, встановлюються вимоги до виробників будівельних матеріалів, що дає змогу не лише підвищити рівень енергоефективності нових та модернізованих будівель, а і дає змогу вітчизняним виробникам бути конкурентноспроможними на міжнародних ринках.

Розглянуто основні заходи з підвищення енергетичної ефективності будівель, їх види, вартість та ефект, який вони дають. На основі отриманих даних проведено дослідження, які викладені в наступних розділах дисертації.

2 МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ У БУДІВЛЯХ КОМУНАЛЬНОЇ СФЕРИ.

2.1 Особливості визначення рівня енергоефективності будівель

Рівень ефективності використання енергоресурсів будівлі характеризується класом енергоефективності. Для визначення класу енергоефективності в Україні використовують дві основні методики: ДБН В .2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» та Наказ Мінрегіону від 11.07.2018 № 169 «Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель».

ДБН В .2.6-31:2016 встановлюють мінімальні вимоги до теплотехнічних показників конструкцій теплоізоляційної оболонки будівель та до енергетичних характеристик будівель або відокремлених їх частин, що визначені на підставі економічно обґрунтованого рівня енергетичної ефективності будівлі з урахуванням очікуваного життєвого її циклу за умови задоволення побутових потреб людини та створення оптимальних мікрокліматичних умов для її перебування та/або проживання у приміщеннях такої будівлі. За наявності економічного обґрунтування та/або за технічним завданням теплотехнічні показники та енергетичні характеристики будівлі, що проектується, можуть перевищувати нормативні значення.

Положення цих норм встановлюють загальні вимоги до забезпечення енергоефективності будівель з урахуванням:

- місцевих кліматичних умов;
- функціонального призначення, типу, архітектурно-планувального та конструктивного рішення будівлі;
- геометричних, теплотехнічних та питомих енергопотреб будівлі;
- нормативних санітарно-гігієнічних та мікрокліматичних умов приміщень будівлі;

- довговічності (надійності) теплоізоляційної оболонки (огороджувальних конструкцій) під час експлуатації будівлі.

При застосуванні системного принципу проектування за вимогами до енергоефективності будівлі вимоги до показників мінімально допустимої температури внутрішньої поверхні огороджувальних конструкцій, температурного перепаду між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції, вологісного режиму, повітропроникності огороджувальної конструкції, показників теплостійкості перевіряються обов'язково.

Показники енергетичної ефективності об'єктів будівництва та будівель що експлуатуються визначаються розрахунковим методом. Вихідні дані для розрахунків показників енергетичної ефективності будівель отримують на підставі проектної документації на будівлю, що підлягає енергетичній сертифікації.

У разі відсутності проектної документації у необхідному для проведення розрахунків обсязі вихідні дані визначають на підставі проведення технічних обстежень будівлі, що підлягає енергетичній сертифікації.

Під час проведення технічних обстежень огороджувальних конструкцій будівлі встановлюють:

- конструктивні рішення всіх типів огороджувальних конструкцій будівлі
- стінових огороджувальних конструкцій, конструкцій покриття; конструкцій перекриття, світлопрозорих огороджувальних конструкцій, зовнішніх дверей;
- уточнюють загальні геометричні параметри будівлі та встановлюють фактичні значення кондиціонованої (опалювальної) площі та кондиціонованого об'єму та об'єму для вентиляції будівлі;
- визначають наявність приміщень з різним функціональним призначенням у складі будівлі та встановлюють фактичні значення їх кондиціонованої площі та кондиціонованого об'єму та об'єму для вентиляції.

За результатами вимірювань встановлюють фактичні значення наступних показників:

- загальна площа з і площа за сторонами світу відповідних зовнішніх огорожувальних конструкцій будинку;
- кондиціонована (опалювальна) площа;
- кондиціонований (опалюваний) об'єм;
- об'єм призначений для вентиляції;
- коефіцієнт скління фасадів будинку;
- показник компактності будинку;

Під час проведення обстежень інженерних систем будівлі для системи опалення встановлюють:

- вид системи опалення (гідравлічна, електрична, повітряна);
- гідравлічне налагодження системи – двотрубна чи однотрубна, однотрубна з постійним гідравлічним режимом, однотрубна із змінним гідравлічним режимом), тощо;
- тип регулювання температури повітря приміщення, температурний напір, специфічні тепловтрати через зовнішні огороження;
- специфічні тепловтрати через прилеглі до опалювальних панелей поверхні;
- тип системи опалення - підлогова, стінова, стельова;
- електроопалення – пряме, акумуляційне, акумуляційне з регулюванням, конфігурацію повітряного опалення.

Для системи охолодження – тип вентилятора, тип компресора, холодоагент, наявність системи попереднього охолодження, наявність доводчиків, клас системи управління.

Для системи гарячого водопостачання визначається тип системи ГВП - без циркуляційного контуру, зі статично збалансованими (шайбами, ручними вентилями, діаметрами трубопроводів) циркуляційними стояками

(об'єднаними в секційні вузли), з автоматично збалансованими за температурою води циркуляційними стояками (при однаковій кількості водорозбірних та циркуляційних стояків), з автоматично збалансованими за температурою води водорозбірними стояками (перед секційними перемичками), технічні параметри розподілення - кількість секцій, довжина трубопроводу, лінійний коефіцієнт теплопередачі трубопроводів, середня температура гарячої води у секції трубопроводу; місячний або річний період користування, кількість робочих циклів на день, період циркуляції, водорозбір.

Також обстеженню підлягає система вентиляції з визначенням її виду – збалансована, централізована, інша; визначення питомої потужності вентиляторів, наявності систем осушення зволоження повітря, нічного охолодження, рекуперації тепла тощо.

Для системи освітлення встановлюється питома потужність встановленого штучного освітлення будівлі.

2.2 Основні нормативні вимоги щодо рівня енергетичної ефективності будівель

З 1 липня 2019 року Законом України «Про енергетичну ефективність будівель» запроваджена обов'язкова сертифікація енергетичної ефективності будівлі.[11]

Статтею 7 Закону визначено наступні обов'язкові об'єкти сертифікації:

а) об'єкти будівництва (нового будівництва, реконструкції, капітального ремонту), що за класом наслідків (відповідальності) належать до об'єктів із середніми (СС2) та значними (СС3) наслідками, що визначаються відповідно до Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності»;

б) будівлі державної власності з опалюваною площею понад 250 квадратних метрів, які часто відвідують громадяни і у всіх приміщеннях яких розташовані органи державної влади;

в) будівлі з опалюваною площею понад 250 квадратних метрів, у всіх приміщеннях яких розташовані органи місцевого самоврядування (у разі здійснення ними термомодернізації таких будівель);

г) будівлі, в яких здійснюється термомодернізація, на яку надається державна підтримка та яка має наслідком досягнення класу енергетичної ефективності будівлі не нижче мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівлі.[11]

Частиною другою статті 2 Закону та постановою Кабінету Міністрів України від 11.04.2018 № 265 визначено перелік будівель, до яких не застосовуються мінімальні вимоги енергетичної ефективності будівель та які не підлягають сертифікації.

Сьогодні в Україні дуже актуальним є питання про енергетичну незалежність країни. Зміни в енергетичній політиці країни відбуваються за рахунок переходу від застарілої системи до нової моделі управління.

Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність», що схвалена розпорядженням кабінету Міністрів України від 18.09.2017 року № 605-р, посилює енергоефективні вимоги до будівель, запроваджує механізми стимулювання енергоефективності в житловому секторі та підтримує ініціативи з підвищення енергоефективності будівель.

Для підвищення енергоефективності державних і муніципальних будівель вкрай важливо реалізувати заходи щодо сертифікації енергоефективності будівель органів виконавчої влади, місцевого самоврядування та бюджетних установ.

У результаті, кожна бюджетна установа зможе перевірити реальну енергоефективність будівлі, обсяг споживання енергоресурсів та отримати рекомендації щодо підвищення енергоефективності.

Теплова модернізація і використання енергозберігаючих технологій знизять експлуатаційні витрати на утримання будівлі та забезпечать комфортні умови проживання. Отже, вивільнені кошти можуть бути використані для фінансування інших соціально значущих проектів.[11]

Згідно із законом сертифікація енергоефективності - це вид енергоаудиту, в ході якого аналізується інформація про фактичні або проектні характеристики огорожувальних конструкцій та інженерних систем, оцінюється відповідність розрахованого рівня енергоефективності мінімальним вимогам. енергоефективність побудованих будівель. економічність будівель з урахуванням місцевих кліматичних умов технічно і економічно виправдана.

Енергетичний сертифікат надає інформацію про те скільки енергоресурсів витрачається, який технічний стан будівлі, які енергоефективні заходи доцільно впроваджувати.

За результатами сертифікації енергетичної ефективності складається енергетичний сертифікат. Інформація, зазначена в енергетичному сертифікаті будівлі, стосується всіх житлових та нежитлових приміщень цієї будівлі.

Строк дії енергетичного сертифіката будівлі становить 10 років. Енергетичний сертифікат будівлі вважається таким, що втратив чинність до закінчення-встановленого строку дії, у разі складення для такої будівлі нового енергетичного сертифіката.[11]

Витяг з енергетичного сертифіката будівлі, що містить інформацію про клас та інші показники енергетичної ефективності будівлі, розміщується у доступному для ознайомлення громадян місці у будівлі, яку часто відвідують громадяни та сертифікація енергетичної ефективності якої є обов'язковою відповідно до Закону.[11]

Вимоги до форми та змісту витягу з енергетичного сертифіката, який розміщується у доступному для ознайомлення громадян місці, встановлюються в порядку проведення сертифікації енергетичної ефективності.

Енергетичні сертифікати бюджетних установ розміщуються також на їх офіційних веб-сайтах (за наявності сайту) у разі, якщо сертифікація енергетичної ефективності такої будівлі є обов'язковою відповідно до Закону.

Сертифікація енергетичної ефективності будівель, що не підлягають обов'язковій сертифікації, здійснюється за рішенням власника (співвласників).

Сертифікація енергетичної ефективності будівлі здійснюється на договірних засадах за домовленістю сторін на замовлення та за рахунок власника (співвласників) будівлі. Граничні значення питомого енергоспоживання наведені в таблиці 2.1.[11]

Статтею 9 Закону визначені наступні істотні умови договору сертифікації енергетичної ефективності:

- а) строк та вартість сертифікації енергетичної ефективності;
- б) порядок отримання результатів сертифікації;
- в) порядок визначення та компенсації шкоди, яка може бути заподіяна енергоаудитором внаслідок неякісного та/або несвоєчасного виконання покладених на нього функцій і обов'язків або у разі надання недостовірних результатів сертифікації;
- г) умова щодо звільнення від відповідальності енергоаудитора у разі надання замовником сертифікації енергетичної ефективності недостовірних даних, що спричинили спотворення результатів такої сертифікації.

Сертифікацію енергетичної ефективності має право здійснювати виключно атестований енергоаудитор, який є незалежним, не має конфлікту інтересів та прямо чи опосередковано не заінтересований у результаті сертифікації.[11]

Порядок проведення сертифікації енергетичної ефективності будівель встановлений наказом Мінрегіону від 11.07.2018 №172.[12]

Таблиця 2.1 – Граничні значення питомого енергоспоживання

Вид будівлі (еталонні будівлі)	Граничне значення питомого енергоспоживання будівель при опаленні та охолодженні, EP_p , кВт×год/м ² [кВт×год/м ³], для температурної зони України	
	I	II
Житлові будівлі поверховістю:		
від 1 до 3	120	110
від 4 до 9	85	75
від 10 до 16	75	70
17 і більше	70	65
Громадські будівлі:		
від 1 до 3	$[38\Lambda_{bci} + 15]$	$[34\Lambda_{bci} + 13]$
від 4 до 9	[30]	[25]
10 і більше	[25]	[20]
Інші громадські будівлі:		
Будівлі готелів	$57\Lambda_{bci} + 60$	$50\Lambda_{bci} + 55$
Будівлі навчальних закладів	$[55\Lambda_{bci} + 24]$	$[52\Lambda_{bci} + 23]$
Будівлі дитячих дошкільних закладів	[32]	[28]
Будівлі закладів охорони здоров'я	[30]	[26]
Будівлі підприємств торгівлі	$[33\Lambda_{bci} + 17]$	$[26\Lambda_{bci} + 15]$

З метою систематизації даних про енергетичну ефективність будівель та моніторингу за дотриманням законодавства у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель Держенергоефективності веде та оприлюднює на офіційному веб-сайті базу даних енергетичних сертифікатів (далі - база даних сертифікатів).

Енергоаудитор протягом 10 робочих днів з дня складання енергетичного сертифіката надсилає в електронній формі енергетичний сертифікат та вихідні дані, що використовувалися під час його складання до Агентства.[12]

В свою чергу, Агентство вносить дані енергетичних сертифікатів до бази даних сертифікатів протягом п'яти робочих днів з дня їх надходження від енергоаудиторів. Доступ до бази даних сертифікатів є безоплатним.

2.3 Особливості визначення доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності в будівлях комунальної сфери

В основу рекомендацій щодо розрахунку ефектів від проведення заходів з енергозбереження закладені наступні принципи:

- максимального спрощення розрахунків з метою отримання інтегральних оцінок передбачуваних ефектів;
- використання реального досвіду (розрахунково-експериментального методу) впроваджених проектів та заходів з енергозбереження в будівлях різного призначення і різних регіонів України;
- консервативного підходу до оцінки невизначеності, спотворень вихідних даних.

Відповідно, алгоритм методики оцінки і розрахунку енергетичних ефектів реалізації заходів з енергозбереження складається з наступних основних етапів (рисунок 2.1):

- аналіз об'єкта і передумов вибору необхідних заходів і заходів з енергозбереження ідентифікація типу обраних заходів, їх набору (модернізація інженерних систем, поновлювані і вторинні ресурси, організаційні заходи);
- оцінка вихідних умов, ідентифікація та облік впливають чинників: незалежних змінних і (або) статичних факторів (в тому числі за допомогою сучасних вимірювальних методів);
- розрахункова оцінка орієнтовною економії енергетичних ресурсів в результаті реалізації обраних заходів;

- за необхідності проводиться уточнення (коригування заходів) набору заходів, визначення техніко-економічних параметрів заходів, занесення їх в енергетичну декларацію об'єкта.



Рисунок 2.1 – Алгоритм методики оцінювання реалізації заходів

Етап 1 – аналіз передумов вибору заходів по енергозбереженню. На даному етапі здійснюється аналіз вихідного стану об'єкта (будівлі) з точки зору попереднього підбору комплексу заходів щодо енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності. Відзначимо, що для більшості бюджетних об'єктів доцільно починати аналіз саме з можливостей "пасивного" енергозбереження. Основні складності точного розрахунку економії енергоресурсів складаються в необхідності мати адекватні вихідні дані і точні показники енергоспоживання майбутнього проекту. Це методичні складності різного типу і не переборні ніяким універсальним методом. Тому для розуміння особливостей спотворень вихідних даних споживання енергоресурсів до

проведення заходів (від клімату, стану об'єкта і його інженерних систем, типу будівель і ін.) доцільно використовувати різні джерела інформації:

- показники приладів обліку води, тепла, електроенергії за останні кілька років;
- статистичні бази даних по схожим об'єктам (системи моніторингу, проекти, нормативи споживання ресурсів);
- результати енергетичних обстежень та енергетичний паспорт бюджетного об'єкта.

Оскільки питоме споживання теплової енергії на опалення будівлі складно відразу визначити ключовий фактор перевитрати, необхідно порівняти термічні опори огорожень з необхідними для даного клімату, або скласти спрощений тепловий баланс будівлі.

Крім нормативів, встановлених єдиними державними стандартами, можуть бути затверджені регіональні, муніципальні нормативи споживання, нормативи відповідно до класів енергоефективності будівель.

Відповідно, якщо будівля має зовсім недостатній тепловий захист, її потрібно посилити, тобто провести роботи з утеплення фасадів, модернізації або заміни вікон. Якщо будівля має достатню теплову інерцію і теплозахист, то необхідно звернути увагу на стан інженерних систем подачі тепла: тепловий ввід, стан розподільних стояків, опалювальних приладів, систем регулювання теплоспоживання. Найчастіше буває досить налагодити існуюче обладнання, замінивши найбільш зношені його елементи, щоб знизити втрати води, тепла, і підвищити енергетичну ефективність будівлі.

Після вибору комплексу необхідних заходів необхідно ідентифікувати їх в тому числі по виду отримуваних ефектів.

- модернізація (заміна) обладнання, елементів, інженерних систем будівель (що призводить до скорочення непродуктивних втрат енергоресурсів);

використання різних відходів, вторинних і побічних енергоресурсів (що також веде до скорочення використання зовнішніх енергоресурсів);

- нетехнічні способи зниження потреб в енергоресурсах, управління попитом, пропаганда енерго- і ресурсозбереження.

Етап 2 – оцінювання вихідних умов, облік факторів. На даному етапі проводиться оцінка вихідних умов, ідентифікація та облік факторів, що впливають: незалежних змінних і (або) статичних чинників. Проводиться загальний аналіз енергоспоживання будівлею за останні три роки, з точки зору виокремлення базового тренда, можливих флуктуацій, оцінка та пріоретизації факторів, що впливають (таблиця 2.2).

Для формування базового тренда використовуються показання приладів обліку тепла, води, електричної енергії. Наявність істотних флуктуацій електро-, тепло або водоспоживання необхідно ілюструвати тими або іншими впливають факторами.

Для формування базового тренда використовуються показання приладів обліку тепла, води, електричної енергії. Наявність істотних флуктуацій електро-, тепло або водоспоживання необхідно ілюструвати тими або іншими впливають факторами.

Необхідно відзначити, що на сумарне річне споживання різних видів енергії будівлею впливають як безпосередня потужність енергоустановок, так і тривалість їх роботи.

При цьому флуктуації (і економія енергоресурсів) можуть бути отримані як за рахунок зміни потужних параметрів, так і шляхом скорочення (збільшення) тривалості їх роботи протягом року.

Таблиця 2.2 – Аналіз енергоспоживання будівлі

Кроки та етапи робіт	Зміст
Складання графіків споживання тепла, води, електроенергії будівлею за останні три роки	Формування базових трендів споживання основних енергоресурсів на основі первинних даних
Виявлення флуктуацій теплоспоживання будівлею	Статичні фактори: висновок або додавання опалювальних елементів, ремонтні роботи та реконструкція. Динамічні чинники: варіації градусосуток опалювального періоду
Виявлення флуктуацій електроспоживання будівлею	Статичні фактори: заміна, знос обладнання. Динамічні чинники: зміна чисельності відвідувачів, продуктивності об'єкта
Виявлення флуктуацій водоспоживання будівлею	Статичні фактори: заміна, знос обладнання. Динамічні чинники: зміна чисельності відвідувачів, продуктивності об'єкта

Етап 3 – розрахунок енергетичних ефектів впровадження заходів. Розрахунок енергетичних ефектів від реалізації заходів з енергозбереження може здійснюватися кількома методами:

- з використанням даних про отримані ефекти при реалізації схожих проектів і заходів на інших об'єктах;
- за допомогою балансових методик, питомих показників та інших фізичних закономірностей;
- по вимірювальним методикам.

Перший спосіб доступний для широкого застосування, другий застосовується в основному фахівцями при розрахунку проектів і підборі необхідних заходів, третій більше застосуємо для енергосервісних компаній, яким необхідний точний розрахунок економії енергії.

Точний вибір параметрів ефективності перспективних проектів з енергозбереження, як правило, неможливий, оскільки завжди є ризики зниження розрахункових показників у зв'язку з неякісним монтажем, відсутністю додаткових (компліментарних) заходів, неоптимальними режимами експлуатації. Тому в якості умовного маркера майбутньої розрахункової ефективності рекомендується вибирати середні показники реалізованих проектів та заходів в реальних умовах експлуатації.

При цьому з метою отримання гарантованих ефектів рекомендується вибирати середні, найбільш консервативні значення з наведених діапазонів підвищення ефективності. В умовах, коли немає впевненості в реалізації доповнюють (компліментарних) заходів, рекомендується використовувати ще більш консервативне значення нижньої межі діапазону фактично отриманої економії енергоресурсів.

Етап 4 – корекція заходів. На даному етапі необхідно провести уточнення (коригування) техніко-економічних параметрів обраних заходів з урахуванням фактичних відомостей.

Аналіз відомостей дозволяє зробити висновки про фактичну ефективності функціонування, як всієї будівлі в цілому, так і її окремих елементів (Огороджувальних конструкцій), встановленого обладнання систем тепло-, електро- і водоспоживання, приладів комерційного і технічного обліку енергоресурсів. Дана інформація сприяє виявленню можливих причин нераціонального енерговикористання, визначення місць і джерел перевитрати енергоресурсів.

За результатами аналізу визначається перелік пріоритетних енергозберігаючих заходів, що дозволяють отримати максимальний економічний ефект при мінімальних терміни окупності і уточнюються їх розрахункові техніко-економічні показники.

Для розрахунку економічного ефекту заходів з енергозбереження необхідно дотримуватися наступної послідовності:

- визначення економії в натуральному вираженні;
- визначення економії в грошовому вираженні;
- визначення інших можливих ефектів.

При цьому необхідно зробити застереження, що економічні ефекти набагато складніше оцінюються, ніж фінансові, а крім економічних, є цілий ряд інших. Власники і керівники, тим більше, в разі бюджетних установ або об'єктів нерухомості, не можуть при прийнятті рішень обмежуватися тільки показниками повернення інвестицій або економічної доцільності.

В цілому ряді випадків (виконання вимог СнП і інших регулятивних документів, розпоряджень наглядових органів, для забезпечення безпеки і комфорту перебування і т.п.) заходи не принесуть прямого енергозберігаючого ефекту і, навпаки, можуть спричинити за собою лише «відтоки» грошових коштів.

Однак техніко-економічні показники важливо розраховувати в умовах необхідності економії і без того обмежених власних фінансових ресурсів, а також з метою економії коштів, що виділяються на фінансування установ бюджетами різних рівнів.

Висновки до розділу

В розділі було проведено дослідження особливостей визначення рівня енергетичної ефективності, розглянуто основні нормативні вимоги до рівня енергетичної ефективності будівель. Розглянуто фінансово-економічні

показники, які безпосередньо впливають на привабливість проекту з впровадження енергозберігаючих заходів та є одними з основних критеріїв прийняття рішень.

Проаналізувавши основні вмоги до рівня енергетичної ефективності, та економічні показники, які розраховуються під час оцінки інвестиційної привабливості проектів, сформовано алгоритм визначення рівня доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності. Алгоритм дозволяє порівнювати ефект від впровадження енергозберігаючих заходів, комплексно враховуючи технічні та економічні показники, що значно спрощує процес прийняття рішень та сприяє підвищенню рівня енергоефективності будівель за рахунок вибору оптимальних пакетів заходів.

3 ВИЗНАЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

3.1 Визначення доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності за різними групами

З урахуванням викладеного, для визначення пріоритетності виконання енергозберігаючих заходів та проектів їх пропонується розділяти на дві основні групи.

Перша група заходів, необхідність виконання яких обумовлена вимогами відповідних законодавчих актів або виявляється доцільною для подальшої реалізації наступних, окупних заходів.

Друга група заходів, необхідність проведення яких слід в першу чергу обґрунтовувати відповідним техніко-економічним розрахунком з визначенням очікуваних економічних показників їх ефективності.

До першої групи належать такі заходи як проведення енергетичного обстеження, встановлення приладів обліку енергії та приладів автоматичного регулювання, збільшення теплозахисту огорожувальних конструкцій до нормованої величини, підвищення кваліфікації осіб, які приймають і виконують рішення, спрямовані на підвищення енергоефективності. Проте, навіть при необхідності подібних заходів слід дотримуватися черговості і пріоритетності їх впровадження в рамках даної групи, забезпечувати максимальний ефект за рахунок супутніх заходів.

Енергозберігаючі заходи першої групи необхідно планувати шляхом вибору оптимального варіанту на підставі аналізу окремих показників варіантів, або ж за допомогою техніко-економічної оцінки по ряду параметрів і показників, в якості яких можуть бути використані наступні параметри:

- технічні характеристики (якість регулювання, параметри надійності, термін служби);
- зручність в експлуатації;

- комплектність;
- можливості подальшої модернізації;
- фірма (країна) - виробник обладнання;
- ціна (в тому числі вартість проектних робіт, демонтажу старого обладнання та монтажу нового, терміни монтажу і ін.);
- наявність і рівень сервісних служб;
- рівень кваліфікації обслуговуючого персоналу;
- вартість обслуговування.

Оскільки заходи першої групи найчастіше тягнуть за собою сумарні відтоки грошових коштів, для них техніко-економічні розрахунки зводиться до вибору найменш витратного варіанта для реалізації по сумі сукупних дисконтованих витрат. Для порівняння енергозберігаючих заходів другої групи і вибору пріоритетів серед них можна використовувати різні показники, наведені нижче.

Таким чином, алгоритм ранжування і відбору енергозберігаючих проектів для реалізації в бюджетній установі або об'єкті житлової нерухомості може бути сформований за наступними пунктами.

Визначення переліку заходів, необхідність виконання яких не залежить від фінансових показників зворотності інвестицій (Заходи першої групи).

Визначення для них видаткових показників з метою зіставлення необхідного обсягу інвестування з власними фінансовими можливостями або з можливостями по залученню коштів (кредит, лізинг, енергосервісний контракт, бюджетні субсидії та ін.). Для подібних заходів завдання техніко-економічного обґрунтування зводиться до визначення їх сукупних дисконтованих витрат за період життєвого циклу, і пріоритетними стануть проекти з найменшим значенням показника.

Наступним кроком є складання списку заходів, спрямованих на пряму економію енергетичних ресурсів та відповідне досягнення позитивного фінансового результату (заходи другої групи).

Розрахунок показників фінансово-економічного аналізу для заходів другої групи. Їх варіанти і принципи інтерпретації наведені нижче.

Попередня оцінка фінансового ефекту планованих заходів має значення для: оцінки фінансової можливості бути реалізованим заходів рішення про джерела фінансування порівняння економічних наслідків однотипних альтернативних заходів вибору найбільш ефективного вирішення з різних точок зору (повернення інвестицій, мінімізації витрат, їх розподілу за періодами, норми прибутковості і т.п.) підготовки техніко-економічних обґрунтувань, в т.ч. для фінансування з бюджету, а також для потенційних інвесторів економічного моніторингу (економічно обґрунтованих рішень про зміни в ході реалізації заходів в залежності від знову виявляються обставин).

В основу оцінки фінансово-економічної ефективності енергозберігаючих заходів покладено кілька базових принципів.

Аналіз і розрахунок по заходу або технічному рішенню проводиться за увесь життєвий цикл від початку вкладення коштів в проектні роботи до утилізації обладнання.

Аналіз проводиться з розбивкою розрахункового періоду на етапи, в межах яких здійснюються розрахунки, в тому числі поточних витрат і отриманих доходів (досягнутої економії). За замовчуванням етапи приймаються рівними по тривалості, для зручності - по одному року. При порівнянні декількох заходів початковий момент для них вибирається один і той же.

Проводиться моделювання грошових потоків (потоків реальних грошей) на кожному етапі проекту. Реалізований захід або технічне рішення на кожному етапі свого життєвого циклу породжує грошові потоки в складі доходів

(досягнутої економії або запобігли витрат) і витрат грошових коштів. Щоб розрахувати грошовий потік заходів в цілому, необхідно знати величину грошового потоку (в складі доходів, витрат і їх різниці - сальдо) на кожному з етапів життєвого циклу.

Для коректного порівняння різних варіантів вони наводяться в зіставних умовах.

При проведенні аналізу, особливо на тривалі періоди (кілька років), а також в умовах зміни вартості грошей у часі, цей фактор необхідно враховувати. Одна і та ж сума в сьогоднішньому періоді і через 5 або 10 років має різну купівельну спроможність. Для приведення грошей до єдиних умов з урахуванням фактора часу використовується дисконтування.

Нарівні з розрахунком кількісних ефектів необхідно експертно враховувати і якісні (поліпшення мікроклімату, підвищення комфорту і т.п.).

На основі результатів енергоаудитів в будівлях приведемо приклади розрахунку значення економії енергоносіїв та зміни технічних характеристик огорожувальних конструкцій, інженерних систем, кліматичних умов до та після впровадження ряду заходів з підвищення енергетичної ефективності.

За основу взято будівлю з термічним опором зовнішніх стін $R_0=1,38(\text{м}^2\cdot\text{К})/\text{Вт}$. В подальшому саме значення термічного опору використовуватиметься для комплексного оцінювання доцільності впровадження заходів.

Захід 1: Утеплення зовнішніх стін будівлі. Зовнішнє утеплення стін - спеціалізована область в будівництві і ремонті кожної будівлі. Надійне утеплення фасаду - одне з основних завдань, що дозволяє надати кожній новій будівлі унікальний вигляд, а також відновити те що вже існує. Зовнішнє утеплення фасадів будинку – має ряд переваг: утримує тепло без втрати внутрішнього простору, надійний захист стін від несприятливих погодних

умов, здатність стін дихати, забезпечення надійної звуко- і теплоізоляції, а також гарантовано довгий безремонтний термін експлуатації.

Зовнішнє утеплення фасадів є переважним, з ряду причин. Це зокрема захист несучих конструкцій від кліматичних дій, відсутність зменшення корисної площі приміщення і поліпшення зовнішнього вигляду будівлі.

Для впровадження даного заходу необхідно закупити матеріали, наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Матеріали для утеплення

Матеріал	Марка	Товщина, м	Коефіцієнт тепло- провідності Вт/(м*К)	Термічний опір, (м ² К)/Вт
мінеральна вата	Ро-клайт	0,1	0,045	2,2
пінополістирол	ПСБ-35	0,1	0,04	2,5
клеєва суміш	Ceresit СТ-83	0,02	0,93	0,02
грунтовка	Ceresit СТ-16	0,002	0,6	0,003
фасадні дюбелі	-	-	-	-
склосітка	Baumit	-	-	-
штукатурка	Knauf Rotband	0,008	0,81	0,025
декоративна шпаклівка	Knauf Finish	0,005	0,7	0,007
фарба	Ceresit СТ-48	0,001	0,5	0,002

Враховуючи термічні опори застосовуваних матеріалів та їх товщини, термічний опір стін після утеплення матиме наступне значення:

$$K_{ст.н} = 2,5 + 0,02 + 0,003 + 0,025 + 0,007 + 0,002 + 1,38 = 4(\text{ м}^2 \cdot \text{ К }) / \text{ Вт}$$

Для наступного визначення доцільності впровадження заходів пропонується введення коефіцієнта технічної ефективності ($K_{т.е.}$), що являє собою відношення технічних параметрів до впровадження заходів та після. В даному випадку, відношення початкового та кінцевого термічних опорів.

$$K_{т.е.} = \frac{R_1}{R_2} \quad (3.1)$$

Відповідно, відношення попереднього значення термічного опору до нового буде становити:

$$K_{т.е.1} = \frac{1,38}{4} = 0,345$$

Захід 2: Заміна вікон. Сучасні металопластикові вікна мають значну перевагу над старими дерев'яними вікнами. Враховуючи досить значну площу застосування, навіть невелика різниця в термічному опорі може дати значну економію. Термічний опір старих вікон становить $0,37(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$. Термічний опір сучасних металопластикових вікон дорівнює $0,44(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$. Відповідно, коефіцієнт технічної ефективності другого заходу.

$$K_{т.е.2} = \frac{0,37}{0,44} = 0,84$$

Захід 3: Встановлення системи припливно-витяжної вентиляції. Система вентиляції є важливою складовою інженерних систем будівлі. Вона забезпечує надходження необхідної кількості свіжого повітря в приміщення, тобто створює умови для забезпечення необхідного значення кратності повітрообміну. Водночас, система вентиляції слугує джерелом втрат теплової енергії, оскільки припливне повітря в зимовий період необхідно нагрівати, та навпаки – охолоджувати влітку.

Для забезпечення нормального значення кратності повітрообміну та зменшення витрат теплової енергії на догрів вентиляційного повітря використовуються системи припливно-витяжної вентиляції. Принципи роботи системи в тому, що для підігрівання повітря, що надходить у приміщення, використовується теплота викидуваного повітря.

В будівлях без систем примусової вентиляції кратність повітрообміну зазвичай становить близько 0.5 год^{-1} що не задовільняє вимогам діючих нормативно-правових актів. Встановлення системи припливно-витяжної вентиляції дозволяє покращити цей показник до рівня 3 год^{-1} . Відповідно розрахуємо значення коефіцієнта технічної ефективності заходу.

$$K_{m.e.3} = \frac{0,5}{3} = 0,16$$

Захід 4: Альтернативою системі припливно-витяжної вентиляції є встановлення побутових рекуператорів повітря. Побутові рекуператори повітря встановлюються безпосередньо в кожному приміщенні будівлі. Перевагою встановлення подібних пристроїв є відсутність необхідності наявності вентиляційних шахт чи їх створення. До недоліків можна віднести низьку ефективність як в плані кратності повітрообміну так і підігріву чи охолодження припливного повітря. Побутові рекуператори здатні забезпечити кратність повітрообміну до 1 год^{-1} , тому розрахуємо коефіцієнт технічної ефективності для заходу.

$$K_{m.e.4} = \frac{0,5}{1} = 0,5$$

Як зазначалося, основна частка загального енергозпоживання будівлі припадає на споживання теплової енергії. Раніше було описано ефект від впровадження заходів з термомодернізації будівлі, але максимального ефекту можна досягти шляхом підвищення ефективності роботи системи опалення.

Захід 5: Модернізація індивідуального теплового пункту. Модернізація ІТП зазвичай включає в себе комплекс змін, наприклад: заміна теплообмінника, запірної арматури, утеплення трубопроводів, встановлення автоматизованого регулювання. Всі ці заходи дають значне зростання рівня ефективності використання теплової енергії. Ефект від впровадження заходу можна оцінити, порівнявши фактичне споживання теплової енергії та прогнозоване після впровадження заходу. Таким чином, можна розрахувати коефіцієнт технічної ефективності для системи опалення шляхом співвідношення обсягу споживання теплової енергії після впровадження (Q_2) заходу та до впровадження (Q_1).

$$K_{m.e.Q} = \frac{Q_2}{Q_1} \quad (3.2)$$

Відомо, що середньорічне споживання теплової енергії будівлею становить 529,99 Гкал. Також відомо, що модернізація ІТП дозволяє зменшити споживання на 33%. Відповідно, споживання теплової енергії після впровадження заходу становитиме:

$$Q_2 = 529,99 \cdot 0,67 = 360,39 \text{ Гкал}$$

На основі отриманих значень розрахуємо $K_{т.е.5}$ за (3.2).

$$K_{m.e.5} = \frac{360,39}{529,99} = 0,67$$

Захід 6: Промивка системи опалення. За час експлуатації будівлі та системи опалення в її радіаторах осідає велика кількість осаду, продуктів корозії металу та інших сторонніх об'єктів, що значно знижують коефіцієнт теплопередачі опалювальних приладів, що призводить до надмірного використання теплової енергії та погіршення мікрокліматичних умов в будівлі. Усунути наслідки забруднення опалювальних приладів дозволяє чистка

системи опалення. За усередненими даними, захід дозволить досягти скорочення споживання теплової енергії на 8%. Тобто споживання теплової енергії після впровадження заходу становитиме.

$$Q_2 = 529,99 \cdot 0,92 = 487,59 \text{ Гкал}$$

Відповідно розрахуємо коефіцієнт технічної ефективності заходу.

$$K_{m.e.6} = \frac{487,59}{529,99} = 0,91$$

3.2 Особливості визначення економічних показників доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності

Економічна оцінка може проводитися в кілька етапів. По мірі уточнення умов і характеристик проекту збільшується глибина і деталізація розрахунків.

Термін окупності (Т) - це період часу, за який початкові витрати на реалізацію проекту покриваються сумарними результатами (економією) від його здійснення, він показує, як довго кошти будуть заморожені в проекті. Термін окупності можна вважати із застосуванням коефіцієнта дисконтування або без нього. Дисконтований термін окупності завжди довше, ніж простий, але правильніше відображає реальний стан справ, особливо в умовах ринкової економіки і зміни вартості грошей.

Один із способів розрахунку дисконтованого строку окупності - послідовно підсумовувати сальдовані дисконтовані грошові потоки кожного періоду (року) до тих пір, поки ця сума не зрівняється з сумою початкових інвестицій. Значення року, протягом якого значення дисконтованого ефекту перевищить величину інвестицій, є терміном окупності проекту. Показник терміну окупності інвестицій хороший простотою розрахунків, проте не показує результатів проекту за кордоном терміну окупності і не дозволяє

розрізнити проекти з однаковою сумою грошових ефектів, але різним їх розподілом по роках.

Некоректно порівнювати проекти лише на основі первинних інвестицій в них, адже може виявитися, що за сумою витрат до повного зносу проект з меншими капітальними вкладеннями виявиться більш дорогим, а значить, менш вигідним. На відміну від терміну окупності, витрати за термін служби дозволяють побачити грошові потоки за межами терміну окупності. Показник застосовується для порівняльного аналізу варіантів, рівних за результатами, а також для порівняння альтернативних заходів різної тривалості, даючи уявлення про повну величину витрат на проект протягом всього життєвого циклу.

Для розрахунку необхідно врахувати витрати за весь життєвий цикл проекту (встановленого або модернізованого обладнання, відремонтованої ділянки та ін), в т.ч.: початкові інвестиції, установку, пуско-наладку, експлуатацію, в т.ч. витрати на енергоресурси, воду, робочу силу; а також техобслуговування, капремонт, утилізацію. Можуть бути, в залежності від ситуації, також враховані амортизація, податки, відсоток за користування кредитом. Найкращим є варіант, якому відповідає мінімальне значення даного показника.

NPV (Net Present Value) – найбільш універсальний і найбільш поширений з фінансово-економічних показників оцінки інвестпроектів. На відміну від витрат за термін служби, враховує не тільки витрати протягом життєвого циклу, а й ефект від реалізації заходів (що досягається економією). При заданій нормі дисконту, витрати і доходи в майбутніх періодах NPV (формула (2.1) показує, який грошовий потік принесе проект за конкретний період. Являє собою суму чистої економії за весь розрахунковий період з урахуванням зміни вартості грошей.

$$NPV = -Inv + \sum_{i=1}^n \frac{(E_i - C_i)}{(1+r)^i}, \quad (3.3)$$

де n – кількість років в періоді;

i – поточний рік;

Inv – інвестиції в проект;

E_i – економія за період;

C_i – поточні витрати за період;

r – норма дисконту.

Якщо $NPV > 0$ – грошовий потік проекту за конкретний термін при конкретній ставці дисконтування покрив своїми надходженнями інвестиції та поточні витрати, тобто забезпечив мінімальний дохід, заданий ставкою дисконтування, плюс дохід, рівний отриманому значенню NPV .

Якщо $NPV = 0$ – проект покрив інвестиції і поточні витрати і забезпечив мінімальний дохід, заданий ставкою дисконтування. Тоді дохід власників не зміниться, але вартість компанії збільшиться на суму інвестицій.

Якщо $NPV < 0$ – проект в розглянутий період не забезпечив навіть мінімального доходу, закладеного в ставці дисконтування, а можливо, не покрив навіть інвестиції та поточні витрати. Чим вище NPV , тим краще, при виборі з декількох варіантів зазвичай вибирається той, чий NPV за певний період вище.

Для порівняння проектів зі схожими показниками NPV застосовується індекс рентабельності ($NPVQ$) (формула (2.2)), що відображає дохід у розрахунку на одиницю інвестицій і являє собою відношення дисконтованих доходів до дисконтованих витрат по реалізації проекту.

$$NPVQ = \frac{NPV}{Inv} \quad (3.4)$$

Проект можна прийняти, якщо індекс рентабельності перевищує одиницю; проект відкидається, якщо індекс прибутковості менше одиниці. Чим вище індекс рентабельності, тим вдаліший проект.

Внутрішня норма прибутковості IRR (Internal Rate of Return) чисельно дорівнює нормі дисконту, при якій сума дисконтованих притоків грошових коштів дорівнює величині дисконтованих відтоків грошових коштів за розрахунковий період, тобто $NPV = 0$.

По суті цей показник характеризує рентабельність проекту з урахуванням різночасності доходів і витрат, зростання цін, виплати податків і т.д. IRR (формула 2.3) – це значення норми дисконтування.

$$Inv = \sum_{i=1}^n \frac{(E_i - C_i)}{(1 + IRR)^i} \quad (3.5)$$

Щоб знайти IRR на практиці, треба послідовно підбирати варіанти ставки дисконтування, поки не вийде рівність між сумами дисконтованих доходів і інвестицій. У програмному пакті MS Excel є функція для обчислення цього показника, в російськомовній версії вона називається ВСД (Внутрішня ставка прибутковості). Розрахована IRR порівнюється з необхідною інвестору нормою доходу на вкладений капітал – якщо отримане значення дорівнює або вище, інвестиції ефективні. Показник також визначає максимальну величину відсотка по кредиту, який може бути обслужений доходом від реалізації проекту. Залучення коштів під більший відсоток буде збитковим. Можна порівняти IRR зі ставкою дисконту. Якщо $IRR > r$, проект окупає витрати, забезпечує прибуток у розмірі ставки дисконтування, плюс додатковий прибуток (в абсолютній величині вона дорівнює значенню NPV).

Так ми отримуємо наведені (дисконтовані) суми грошового потоку в кожному з майбутніх періодів протягом життєвого циклу проекту. Потім вважаємо їх накопичувальну суму по роках і порівнюємо з початковими

інвестиціями. У той період, коли сума наведеної чистої економії перевищить інвестиції, настане дисконтований термін окупності проекту. Величина перевищення ефекту над інвестиціями (або від'ємне значення недосягнення суми економії початкових витрат) в конкретному майбутньому періоді показує NPV проекту в цьому періоді. Найбільш часто застосовним показником є. До числа пріоритетних проектів з точки зору фінансового аналізу необхідно віднести ті, у яких максимальний чистий дисконтований дохід (NPV) або індекс прибутковості інвестицій (IRR) поєднується з мінімальним дисконтованим терміном окупності (DPB), який знаходиться за формулою 2.4:

$$DPB = \sum_{i=1}^n \frac{Inv}{(1+r)^n} \quad (3.6)$$

Однак для об'єктивного оцінювання доцільності та ефективності впровадження заходів з підвищення енергоефективності необхідно розглядати технічні та фінансові показники комплексно.

Приведемо приклад розрахунку економічних показників для заходів, розглянутих в 3.1.

Захід 1. Розрахунок NPV, NPVQ, DPP (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 – Економічні параметри Заходу 1

NPV	57 162,63	NPVQ	0,124184
Період	-	-	-
0	-460306		-460306
1	53280	50742,86	-409563
2	53280	48326,53	-361237
3	53280	46025,27	-315211
4	53280	43833,59	-271378
5	53280	41746,27	-229631
6	53280	39758,36	-189873
7	53280	37865,1	-152008
8	53280	36062	-115946
9	53280	34344,76	-81601,3
10	53280	32709,3	-48892

Продовження таблиці 3.2

11	53280	31151,71	-17740,3
12	53280	29668,3	11928,05
13	53280	28255,52	40183,57
14	53280	26910,02	67093,59
15	53280	25628,59	92722,18

Для подальшого використання, знадобляться наступні показники:
 $NPVQ_1=0.12$, $NPV_1=57162$ грн, DPP_1 – 11 років та 7 місяців.

Розрахунок показників для Заходу 2. Розрахунок економічних параметрів заходу приведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.3 – Економічні параметри Заходу 2

NPV	4 560,12	NPVQ	0,079251
Період			
0	-57540		-57540
1	6394	6089,524	-51450,5
2	6394	5799,546	-45650,9
3	6394	5523,378	-40127,6
4	6394	5260,36	-34867,2
5	6394	5009,866	-29857,3
6	6394	4771,301	-25086
7	6394	4544,096	-20541,9
8	6394	4327,711	-16214,2
9	6394	4121,629	-12092,6
10	6394	3925,361	-8167,23
11	6394	3738,439	-4428,79
12	6394	3560,418	-868,369
13	6394	3390,875	2522,506
14	6394	3229,404	5751,91
15	6394	3075,623	8827,533

Основні необхідні економічні параметри Заходу 2: $NPVQ_2=0,08$,
 $NPV_2=4560,12$ грн, DPP_2 – 12 років 3 місяці.

Розрахунок економічних показників для встановлення системи припливно-витяжної вентиляції (Заходу 3)(таблиця 3.4).

Таблиця 3.4 – Економічні параметри Заходу 3

NPV	57316,064	NPVQ	0,881786
0	-65000		-65000
1	12594	11994,29	-53005,7
2	12594	11423,13	-41582,6
3	12594	10879,17	-30703,4
4	12594	10361,11	-20342,3
5	12594	9867,729	-10474,6
6	12594	9397,837	-1076,73
7	12594	8950,321	7873,587
8	12594	8524,115	16397,7
9	12594	8118,205	24515,91
10	12594	7731,624	32247,53
11	12594	7363,451	39610,98
12	12594	7012,81	46623,79
13	12594	6678,867	53302,66
14	12594	6360,826	59663,48
15	12594	6057,929	65721,41

Основні необхідні економічні параметри Заходу 3: $NPVQ_3=0,88$, $NPV_3=57316,06$ грн, DPP_3 – 7 років 2 місяці.

Розрахунок економічних показників для встановлення побутових рекуператорів повітря (Заходу 4)(таблиця 3.5).

Таблиця 3.5 – Економічні параметри Заходу 4

NPV	6887,435	NPVQ	0,035872
0	-192000		-192000
1	20478	19502,86	-172497
2	20478	18574,15	-153923
3	20478	17689,67	-136233
4	20478	16847,3	-119386
5	20478	16045,05	-103341
6	20478	15281	-88060
7	20478	14553,33	-73506,6
8	20478	13860,32	-59646,3
9	20478	13200,3	-46446
10	20478	12571,72	-33874,3
11	20478	11973,06	-21901,2

Продовження таблиці 3.5

12	20478	11402,92	-10498,3
13	20478	10859,92	361,5876
14	20478	10342,78	10704,37
15	20478	9850,268	20554,64

Основні необхідні економічні параметри Заходу 4: $NPVQ_4=0,88$, $NPV_4=57316,06$ грн, DPP_4 – 13 років 6 місяців.

Розрахунок економічних показників для модернізації теплового пункту (Заходу 5)(таблиця 3.6).

Таблиця 3.6 – Економічні показники Заходу 5

NPV	1726455,7	NPVQ	3,105784
0	-555884		-555884
1	234996	223805,7	-332078
2	234996	213148,3	-118930
3	234996	202998,4	84068,39
4	234996	193331,8	277400,2
5	234996	184125,5	461525,7
6	234996	175357,6	636883,3
7	234996	167007,3	803890,6
8	234996	159054,5	962945,1
9	234996	151480,5	1114426
10	234996	144267,2	1258693
11	234996	137397,3	1396090
12	234996	130854,6	1526945
13	234996	124623,4	1651568
14	234996	118688,9	1770257
15	234996	113037,1	1883294

Основні необхідні економічні параметри Заходу 5: $NPVQ_5=3,10$, $NPV_5=1726455,7$ грн, DPP_5 – 2 роки 7 місяців.

Розрахунок економічних показників для промивки системи опалення (Заходу 6)(таблиця 3.7).

Таблиця 3.7 – Економічні параметри Заходу 6

NPV	416546,1	NPVQ	2,704845
0	-154000		-154000
1	58745	55947,62	-98052,4
2	58745	53283,45	-44768,9
3	58745	50746,14	5977,205
4	58745	48329,66	54306,86
5	58745	46028,24	100335,1
6	58745	43836,42	144171,5
7	58745	41748,97	185920,5
8	58745	39760,93	225681,4
9	58745	37867,55	263549
10	58745	36064,33	299613,3
11	58745	34346,98	333960,3
12	58745	32711,41	366671,7
13	58745	31153,73	397825,4
14	58745	29670,22	427495,7
15	58745	28257,35	455753

Основні необхідні економічні параметри Заходу 6: $NPVQ_6=2,7$, $NPV_6=416546,1$ грн, DPP_6 – 2 роки 10 місяців.

На основі отриманих результатів можна зробити висновки щодо фінансової привабливості впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності. Як зазначалося раніше, найбільш цікавим показником є $NPVQ$.

3.3 Інтегральна оцінка доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності в будівлях комунальної сфери

Для формування оцінки доцільності впровадження енергозберігаючих заходів, такі заходи в першу чергу слід поділити на певні групи, наприклад: заходи направлені на підвищення ККД індивідуального теплового пункту, збільшення термічного опору огорожувальних конструкцій, зменшення споживання гарячої води, підвищення кратності повітрообміну.

Для кожної з груп проводиться розрахунок початкових енергетичних характеристик (до впровадження заходів) та характеристик після впровадження заходів. Відповідно, розраховуються економічні та фінансові показники (NPV, NPVQ).

Наступним кроком знаходяться відношення початкових та кінцевих технічних показників для кожного заходу з підвищення енергоефективності у кожній групі, відповідно.

Наприклад, для групи заходів, що збільшують термічний опір огорожувальних конструкцій, знаходиться відношення початкового значення термічного опору та термічного опору після впровадження енергозберігаючих заходів. В групу заходів може входити, наприклад, теплова ізоляція зовнішніх стін та заміна вікон, які і будуть порівнюватися за своєю доцільністю та ефективністю впровадження.

Оцінювання доцільності впровадження того чи іншого заходу з підвищення енергетичної ефективності здійснюється графічним способом на основі двох показників – відношення початкових та кінцевих технічних параметрів та індексу рентабельності NPVQ.

На основі отриманих значень будується діаграма залежності NPVQ від значення співвідношення технічних показників (рис. 3.1).

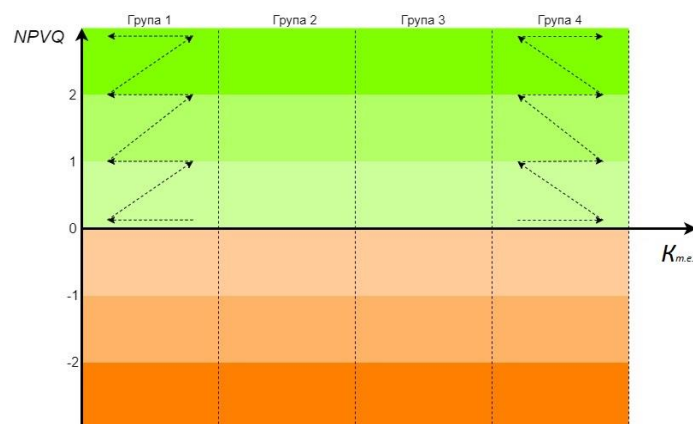


Рисунок 3.1 – Діаграма залежності NPVQ та коефіцієнта технічної ефективності

Після нанесення точок, що відповідають значенням NPV та відношенням технічних показників утворюється матриця точок, які відповідають певним заходам енергозберігаючим заходам у певній групі.

Порівнюючи положення точок, що відповідають заходам, відносно осей координат, враховуючи специфіку впровадження заходів та значення технічних показників, серед декількох заходів однієї групи обирається той, який є найбільш ефективним, і, відповідно, доцільним.

У випадку, якщо два чи більше заходів потрапляють в зону найбільшої ефективності і між ними потрібно зробити вибір, до критеріїв вибору додається залежність чистої приведеної вартості NPV від дисконтованого терміну окупності DPP. Вибір між двома тими заходами також зручно здійснювати, оцінивши їх параметри графічним способом, використовуючи діаграму, зображену на рисунку 3.2.

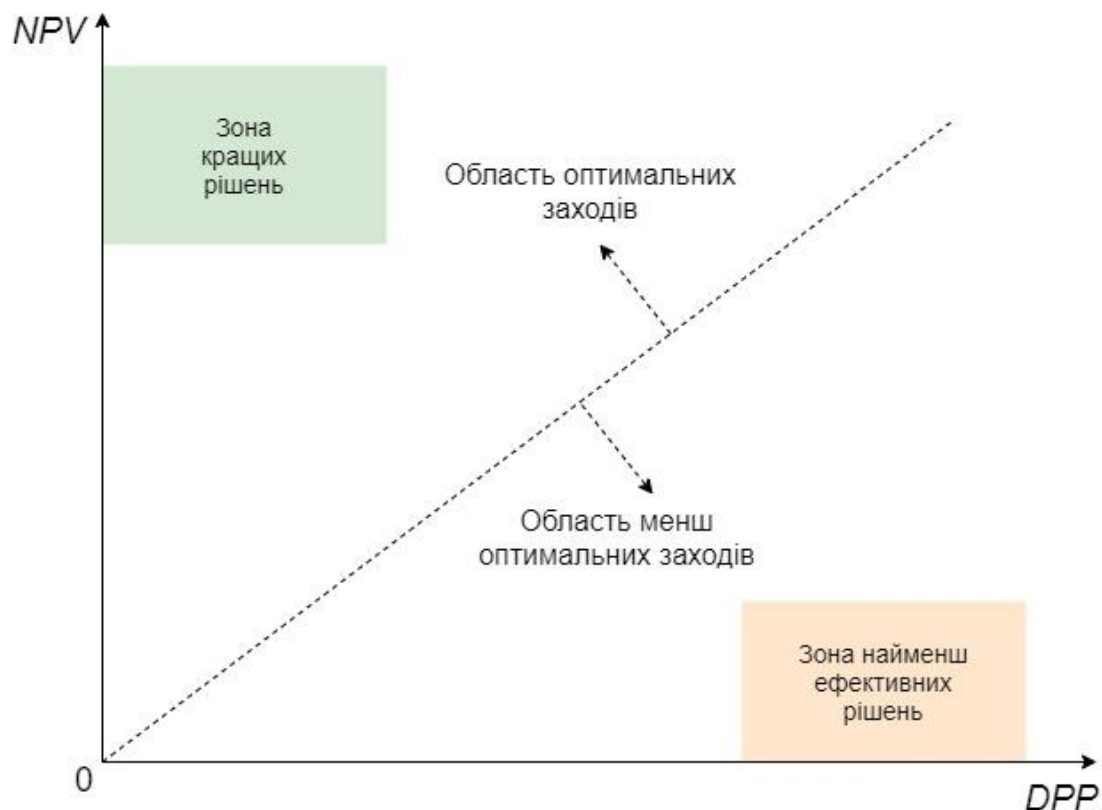


Рисунок 3.2 – Діаграма для порівняння ефективності заходів однієї групи

Як видно із діаграми, множину потенційних заходів можна графічно розподілити на дві частини – область оптимальних заходів та область менш оптимальних заходів, і в залежності від області, в яку потрапляє захід, можна зробити висновок про доцільність впровадження того чи іншого заходу.

Застосуємо алгоритм, для опису доцільності впровадження заходів, описаних в підрозділі 3.1. Значення параметрів, розрахованих в підрозділах 3.1 і 3.1 зведемо до таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Параметри оцінювання заходів

Група заходів	Захід	$K_{т.е.}$	NPVQ	NPV, грн	DPP, років, місяців
Підвищення термічного опору	1. Утеплення зовнішніх стін	0,34	0,12	57162,63	11,7
	2. Заміна вікон	0,84	0,07	4560,12	12,3
Модернізація системи вентиляції	3. Встановлення системи припливно-витяжної вентиляції	0,16	0,88	57316,06	7,2
	4. Встановлення рекуператорів повітря	0,5	0,035	6887,43	13,6
Підвищення КПД системи опалення	5. Модернізація ІТП	0,067	3,10	1726455,7	2,7
	6. Промивка системи опалення	0,91	2,7	416546,1	2,10

На основі даних таблиці 3.8 побудуємо діаграму ранжування заходів за їх рівнем доцільності впровадження (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 – Діаграма розподілу заходів за рівнем доцільності їх впровадження

На діаграмі ми можемо спостерігати розташування точок, що відповідають заходам із таблиці 3.8. Виходячи із положення точок, можна зробити висновок, що найдоцільнішими для впровадження будуть заходи під номером 1, 3 та 5, в першій, другій та третій групах, відповідно.

Однак, бувають випадки, зробити чіткий висновок доволі складно, як у випадку із заходами третьої групи. В таких випадках варто застосувати метод оцінювання за допомогою відношення чистого дисконтного приведеної вартості NPV до дисконтованого терміну окупності, побудувавши діаграму рисунку 3.2.

Побудуємо діаграми для кожної групи заходів (рисунки 3.4-3.6).

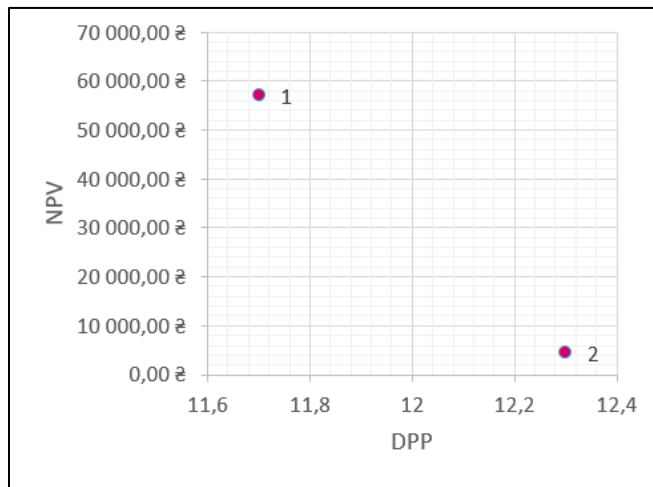


Рисунок 3.4 – Порівняння заходів групи підвищення термічного опору

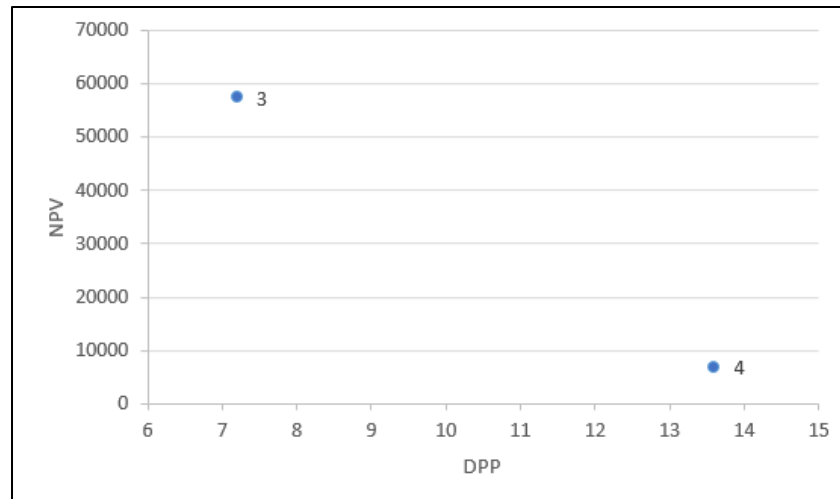


Рисунок 3.5 – Порівняння заходів групи модернізації системи вентиляції

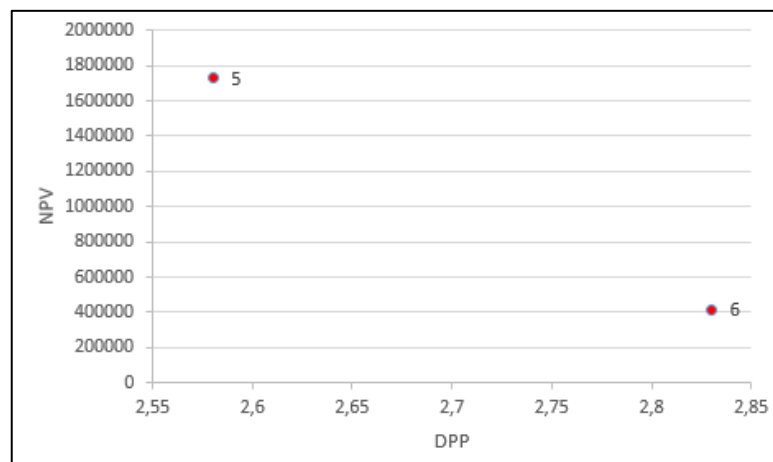


Рисунок 3.6 – Порівняння заходів групи підвищення КПД системи опалення

Проаналізувавши рисунок 3.6, можна зробити висновок, між двох заходів доцільніше обирати захід під номером 5, оскільки він має найбільшу чисту приведену вартість при найменшому терміні окупності.

Висновки до розділу

В розділі було досліджено методи оцінювання ефективності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності будівель. Розроблено алгоритм оцінювання доцільності впровадження того чи іншого засобу. Проведено апробацію методу на основі даних енергоаудитів. Додатково розроблено критерій вибору заходу, які є дуже близькими за своїм показником доцільності.

Розроблена методика може бути актуальною для будівель комунальної сфери, чиї інвестиційні проекти зазвичай фінансуються за рахунок бюджетних коштів, тому підхід до вибору проекту має бути максимально відповідальним та змістовним. Методика допоможе прийняти рішення щодо впровадження саме таких заходів з підвищення енергоефективності, які дозволять економити кошти, окупити інвестиції, підвищити рівень комфорту перебування в будівлях до досягти рівня мінімальних вимог чинних нормативно-правових актів.

4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП ПРОЕКТУ

4.1 Мета та завдання розділу

Оцінювання рівня доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності.

Мета: спрощення процесу оцінювання та аналізу ефективності впровадження енергозберігаючих заходів за рахунок розробки спеціалізованого програмного забезпечення.

Проаналізувавши результати роботи, приведеної в даній дисертації, що стосується оцінювання доцільності впровадження заходів з підвищення енергетичної ефективності шляхом комплексного аналізу технічних та фінансово-економічних параметрів, можна прийти до висновку, що маючи певні різнопланові показники, між ними формується певна залежність. Оскільки проектування запропонованої системи має на увазі операції із значними масивами даних, що за традиційним методом розрахунку відбирає значну кількість ресурсів, за для зменшення терміну виконання, було вирішено створити вихід з даної проблеми. Автоматизація процесу розрахунку, на прикладі програмного забезпечення (ПЗ) з використанням методу, описаного в розділі 2.3, значно підвищує швидкість виконання поставленої задачі.

Даний розділ магістерської дисертації розглядає питання реалізації стартап-проекту наступними напрямками:

- потреба ринку в даному продукті, та його подальші перспективи;
- етапи розробки;
- створення прототипу програми;
- шляхи впровадження на ринок;
- визначення основних переваг та конкурентоспроможності продукту;
- формування економічної стратегії просування проекту на ринку;

- залучення інвестиційних коштів для підтримки та вдосконалення проекту;
- вихід на ринок з готовою стратегією просування продукту та сформованим економічним планом на майбутнє.

4.2 Опис ідеї проекту

Зміст проекту полягає в автоматизованому розрахунку техніко-економічних показників впровадження енергозберігаючих заходів у будівлях, їх подальшому співставленню, компілюванню та формуванню звіту, який буде зрозумілим кінцевому споживачу та допомагатиме у розподілу інвестиційного фонду.

Напрямки застосування:

1. Інженерна сфера діяльності (енергоаудит, проектування тощо);
2. Виробники та постачальники різних сфер діяльності;
3. Кінцевий споживач

Переваги запропонованих ідей:

- а) зменшення часу розробки проекту;
- б) мінімізація витрат;
- в) зниження впливу «людського фактору»;
- г) інтеграція програмного забезпечення в певні системи проектування;

Враховуючи тенденцію активний рух України в напрямку гармонізації з європейськими стандартами, попит на системи оцінювання заходів з підвищення енергоефективності буде зростати. Такий напрямок розвитку потребуватиме наявності висококваліфікованих спеціалістів на ринку праці та відповідного програмного інструменту. Запропонований продукт з автоматизації процесів оцінювання дозволить у швидкому темпі та зручній формі якісно виконувати значний обсяг роботи, що дасть змогу

аналізувати певні фактори поставленої задачі для її оптимального вирішення.

Основною задачею розробки стартап-проекту є:

- автоматизованість оцінювання заходів та формування вичерпних звітів;
- швидкість та ефективність розрахунку;
- ефективне використання інвестиційних фондів;
- підвищення енергоефективності муніципального сектору.

4.3 Розроблення ринкової стратегії

Для впевненого входу на ринок з запропонованими продуктами необхідна стратегія, що передбачає в собі:

1. Звернення уваги потенційних покупців (маркетинг).
2. Конкурентоспроможність (ефективність, ціна, швидкість тощо).
3. Низка переваг, що характеризує продукт на рівень вище за продукти конкурентів.
4. Сформований певний економічний план (від і до певного періоду).
5. Розроблені певні умови співпраці з майбутніми посередниками.

Технологічні аспекти програмного забезпечення з автоматизованого оцінювання доцільності впровадження заходів будуть представлені в декількох реалізаціях:

1. Гаджети під керуванням:
 - а) iOS;
 - б) Android;
 - в) Windows.
2. Комп'ютерів під керуванням:
 - а) Mac;
 - б) Windows;

в) Linux.

Здатність функціонування програмного забезпечення на популярних системах сучасних OEM робить її багатогранною в використанні, що не ставить певних рамок перед користувачем. Відсутність обмеження в використанні на операційній системі розширює коло потенційних користувачів програми, що спричинить підвищений попит, а відповідно збільшити надходження інвестиційного бюджету для підтримки, вдосконалення і розробки ПЗ.

4.4 Аналіз ринкових можливостей

Аналіз ринкових можливостей та загроз, що використовуватимуться при впровадженні проекту на ринок, дозволяє спланувати напрямки розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та конкурентоспроможності. Для впровадження запропоного проекту треба передбачити можливі загрози при входженні на ринок, сформуванати розвиток та стратегію для конкурентоспроможності з іншими продуктами.

Попередні характеристики ринку стартап-проекту наведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
Кількість головних гравців, од	3
Загальний обсяг продажів, грн/ум.од	6351,2
Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
Середня норма рентабельності в галузі, %	42%

Порівняння середньої норми рентабельності в галузі з обліковою ставкою Національного банку України (відсотком на вкладення), що складає 6% у національній валюті, свідчить, що проект є фінансово привабливим для інвестування.

4.4 Розроблення маркетингової програми

Для створення маркетингової програми потрібно визначитись з ключовими особливостями запропонованої продукції, та, можливо створення нових переваг, які будуть введені в продукти в майбутньому для розуміння клієнтом, що чекати найближчого майбутнього при купівлі продукту. Основні переваги ПЗ зазначені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2. Визначення ключових переваг ПЗ

Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
Оптимальне функціонування системи, вибір кращого рішення поставленої задачі.	Автоматизація вибору оптимального рішення поставленої задачі	Розв'язок поставленої задачі за короткий проміжок часу, можливість опрацювання будь-якого масиву даних, аналіз отриманих значень.

4.5 Функціонування продукту

Функціонування продукту по-суті відтворює алгоритм розрахунку доцільності впровадження еєргозберігаючих заходів, що наведений у 2.3.

Програмний продукт матиме зручний інтерфейс, в якому користувач може обирати необхідний тип будівлі, її характеристики (види інженерних систем, огорожувальні конструкції, системи забезпечення тепловою та

електричною енергією, системи холодного та гарячого водопостачання), джерела фінансування, особливі умови фінансування інвестиційних проектів. Відповідно до заданих параметрів існуючої будівлі, програмне забезпечення або пропонує власний комплекс заходів з підвищення енергоефективності, або дає звіт щодо ефективності впровадження заходів, які користувач пропонує сам.

Продукт може застосовуватися в різних сферах, що стосуються енергетичної модернізації будівель різного призначення. Використовувати продукт можуть як спеціалізовані фахівці для своїх розрахунків, створення звітів про проведення енергетичного аудиту, так і кінцеві споживачі, які знаходяться на стадії розгляду комплексу різних раходів з підвищення енергетичної ефективності, та мають складнощі з об'єктивним оцінюванням та здійсненням вибору.

Висновки до розділу

Запропонована ідея автоматизації процесу оцінювання доцільності впровадження заходів з підвищення енергоефективності. Дане програмне забезпечення дозволяє зменшити ресурси, які необхідні при обчисленні великих масивів даних, до мінімуму, перевівши весь розрахунок в автоматизований режим. Таке впровадження дозволяє зменшити вплив «людського фактору» на отриманий результат розрахунку. Наведено переваги та області застосування запропонованих ідей. Розроблена ринкова стратегія, що спрямована на потенційного споживача, а також залучення інвесторів для подальшого просування проекту. Проведено аналіз ринкових можливостей, де отримане значення ринкової рентабельності робить ідею привабливою для інвестування коштів. Наведено опис функціонування запропонованого продукту та його можливостей і переваг для різних користувачів.

ВИСНОВКИ

В магістерській дисертаційній роботі проаналізовано та запропоновано метод оцінювання доцільності впровадження енергозберігаючих заходів, що передбачає розрахунок нового методу оцінки за допомогою алгоритму. Реалізація розв'язування дає змогу знайти ефективне рішення для подальшого розвитку. На основні результатів досліджень та запропонованих рекомендацій щодо використання можна узагальнити такими положеннями:

1. Проведений аналіз побудови та функціонування системи оцінювання доцільності заходів показав, що є доцільність створення таких технологій та це надає змогу підвищити рівень енергоефективності. Шлях до підвищення ефективності впровадження енергозберігаючих заходів є однією з основних особливостей застосування енергоефективних технологій в комунальній сфері, також є значний потенціал використання таких технологій, завдяки орієнтації на інтеграцію в Європейський Союз.

2. Виконано аналіз методу розрахунку математичної моделі оцінювання рівня доцільності впровадження енергозберігаючих заходів, що дає змогу розрахунок оцінки інтегрального показника доцільності за допомогою здійснених порівнянь ефективності заходів однієї групи. Такий метод дозволить здійснити порівняння різних варіантів проектів з підвищення енергоефективності.

3. Запропоновано алгоритм оцінювання доцільності впровадження енергозберігаючих заходів, а саме метод графічної оцінки декількох заходів, де на основі технічних та економічних показників формується порівняльна діаграма.

4. Було розроблено алгоритм оцінювання ефективності впровадження енергозберігаючих заходів, проведено його апробацію. Методика показує результат, на основі якого можна оцінювати проекти та приймати рішення.

5. За допомогою отриманих графічних залежностей виконано розрахунок запропонованої інтегральної оцінки доцільності впровадження заходів з підвищення енергоефективності. Для визначення інтегральної оцінки, було виконано розрахунок ряду показників, після чого приведено їх до графічної форми, де визначили доцільність впровадження того чи іншого заходу.

6. Запропонований стартап-проект передбачає проведення інтегрального оцінювання доцільності впровадження енергозберігаючих заходів для досягнення найбільших можливих показників енергетичної ефективності будівель, і раціонального використання коштів бюджетів та інвестиційних фондів під час розроблення та вибору проектів з енергомодернізації.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Додонов Б. Моніторинг енергоефективності України 2015. URL: https://www.ua.undp.org/content/ukraine/uk/home/library/environment_energy/energy_efficiency_ukraine2015.html
2. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, «НЕК «Укренерго», Науково-технічний центр електроенергетики. Аналіз ефективності використання енергоресурсів у розвинених зарубіжних країнах і залежність від їх імпорту. URL: https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/1.-Efektyvnist_energ_resursiv.pdf
3. Указ президента України Про стратегію сталого розвитку “Україна – 2020”. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5/2015#Text>
4. ДИРЕКТИВА ЄВРОПЕЙСЬКОГО ПАРЛАМЕНТУ І РАДИ 2009/125/ЄС від 21 жовтня 2009 року про рамки для встановлення вимог до екодизайну для пов’язаних з енергоспоживанням продуктів (нова редакція). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011-09#Text
5. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 25 листопада 2015 р. № 1228-р Про Національний план дій з енергоефективності на період до 2020 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1228-2015-%D1%80#Text>
6. Навчальний посібник для посадових осіб місцевого самоврядування. Енергоефективність в муніципальному секторі. URL: <https://enefcities.org.ua/upload/files/3energoefweb%281%29.pdf>
7. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України «НЕК «Укренерго» Науково-технічний центр електроенергетики. Законодавче та нормативно-правове стимулювання підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів у провідних зарубіжних країнах.

URL: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2017/05/1.Zakonodavchestymulyuvannya-energoefektyvnosti.pdf>

8. Закон України Про енергозбереження. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1994, № 30, ст.283. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80#Text>
9. МІНІСТЕРСТВО РЕГІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ, БУДІВНИЦТВА ТА ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ НАКАЗ від 11.07.2018 № 170 Про затвердження Методики визначення економічно доцільного рівня енергетичної ефективності будівель. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0823-18#Text>
10. Проект наказу Мінрегіону “Про затвердження мінімальних вимог до енергетичної ефективності будівель”. URL: <https://www.minregion.gov.ua/base-law/grom-convers/elektronni-konsultatsiyi-z-gromadskistyuu/proekt-nakazu-minregionu-pro-zatverdzhennya-minimalnyh-vymog-do-energetychnoyi-efektyvnosti-budivel/>
11. Закон України Про енергетичну ефективність будівель. Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 33, ст.359. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19#Text>
12. МІНІСТЕРСТВО РЕГІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ, БУДІВНИЦТВА ТА ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ. НАКАЗ від 11.07.2018 № 172 Про затвердження Порядку проведення сертифікації енергетичної ефективності та форми енергетичного сертифіката. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0825-18#Text>
13. МІНІСТЕРСТВО РЕГІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ, БУДІВНИЦТВА ТА ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ НАКАЗ від 11.07.2018 № 169 Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0822-18#Text>

14. В.В. Джеджула МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ. Хмельницький національний університет 2013.
15. Е.М.Фрейдкина. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ. Учебное пособие 2018.
URL: http://nizrp.narod.ru/metod/kafeconiorgpr/2019_01_25_01.pdf
16. ДСТУ Б А.2.2-12:2015 ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ БУДІВЕЛЬ. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. URL: https://thermomodernisation.org/wp-content/uploads/2017/11/1781_.2.2-12.pdf
17. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель. URL: <https://gazobeton.org/sites/default/files/sites/all/uploads/DBN-V.2.6-31-2016-Teplova-izolyatsiya-budivel.pdf>
18. М.І. Федорук. БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИВАННЯ В ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ МЕТОДОМ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ. Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника. URL: <file:///C:/Users/Eduard%20Ovcharenko/Downloads/357-719-1-SM.pdf>
19. ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015. ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ БУДІВЕЛЬ. НАСТАНОВА З ПРОВЕДЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ОЦІНКИ БУДІВЕЛЬ. URL: https://thermomodernisation.org/wp-content/uploads/2017/11/1783_-.2.2-13_2015.pdf
20. Є.М.Іншеков, Є.Є.Нікітін, М.В.Тарновский, А.В.Чернявський. ПОСІБНИК З МУНІЦИПАЛЬНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ. URL: <https://enefcities.org.ua/upload/files/Publications/Municipal%20energy%20management.pdf>

21. Інформаційний посібник Новий освітній простір. Енергоефективність.2019. https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2019/06/NOP_Energoefektivnist.pdf
22. ДБН В.2.2-9:2018 – Громадські будинки та споруди.
- 23.ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Чинні від 01.01.2014. – Київ: Укрархбудінформ, 2013.
- 24.ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорту будинків при новому будівництві та реконструкції.[Чинний від 2008-07-01]. Київ, 2008. - 49 с. (Національний стандарт України).
- 25.ДСТУ Б В.2.2-39:2016. Методи та етапи проведення енергетичного аудиту будівель. [Чинний від 2017-01-01]. Київ, 2016. - 50 с. (Національний стандарт України).
26. Деякі питання використання коштів у сфері енергоефективності та енергозбереження: постанова Кабінету Міністрів України від 17 жовтня 2011р. №1056 // Офіційний вісник України. – 2011. – №51.
- 27.Бориченко О.В., Чернявський А.В. Визначення пріоритетності об'єктів для проведення енергетичного моніторингу. Technology audit and production reserves. - 2018. Том 3, №1(41).
- 28.ДСТУ ISO 50006:2016 Системи енергетичного менеджменту.Вимірювання рівня досягнутої енергоефективності з використанням базових рівнів енергоспоживання та показників енергоефективності. [Чинний від 2016-04-29].Київ, 2016. (Національний стандарт України).
- 29.Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.